

## СОДЕРЖАНИЕ

**Охрана природы**

ЛИТВИНСКАЯ С.А.

Современная система особо охраняемых природных территорий Западного Кавказа и их проблемы..... 8

**Флора и растительность**

СКЛЯР В.Г.

Виталитетная структура древостоев березы повислой в лесах Новгород-Северского Полесья..... 20

**Растениеводство**

ЦЫЦЕЙ В.Г., ТЕЛЕУЦЭ А.С., КОШМАН С.И., КОШМАН В.Д.

Продуктивность и кормовые достоинство гречихи сахалинской в условиях Республики Молдова..... 25

**Южное плодоводство**

СМЫКОВ А.В., РИХТЕР А.А., ФЕДОРОВА О.С., ШИШОВА Т.В., ИВАЩЕНКО Ю.А.

Химический состав плодов гибридных форм персика..... 32

**Биотехнология растений**

ЛЕЛЕКОВ А.С., ГЕВОРГИЗ Р.Г.

Динамика плотности культуры микроводорослей в стационарной фазе роста..... 39

НОВИКОВА Т.М., БОРОВКОВ А.Б.

Управление интенсивной культурой *Tetraselmis viridis* плотностатным методом..... 44

ЦЫГАНКОВА В.А., ПОНОМАРЕНКО С.П., ГАЛКИН А.П., ЕМЕЦ А.И.

Индукция регуляторами роста растений прироста биомассы и синтеза полифруктанов в культурах „бородатых корней” цикория..... 50

**Биохимия растений**

ЧЕРНОВА Л.А.; ГОРБАНЬ В.Г., АНТОНЕНКО С.П.; ГУДВИЛОВИЧ И.Н., БОРОВКОВ А.Б.

Получение масляного экстракта каротиноидов из микроводоросли *Dunaliella salina* Teod. .... 63**Физиология растений**

БРАЙЛКО В.А.

Характеристика некоторых параметров водного режима вечнозеленых видов рода *Lonicera* L. в условиях Южного берега Крыма..... 69**Репродуктивная биология растений**

ЛИТВИНЕНКО Ю.С.

Оценка репродуктивного потенциала видов рода *Pinus* L. на юге степной зоны Украины по показателям семенной продуктивности и качества пыльцы..... 76**Анатомия растений**

МИХАЙЛОВА О.А., БИРЮЛЕВА Э.Г.

Особенности анатомического строения вегетативных органов некоторых охраняемых видов рода *Crambe* L. .... 83**Правила для авторов..... 89**

## ЗМІСТ

<b>Охорона природи</b>	
ЛИТВИНСЬКА С.А.	
Сучасна система особливо охоронюваних природних територій Західного Кавказу та їх проблеми.....	8
<b>Флора і рослинність</b>	
СКЛЯР В.Г.	
Віталітетна структура деревостанів берези повислої в лісах Новгород-Сіверського Полісся.....	20
<b>Рослинництво</b>	
ЦИЦЕЙ В.Г., ТЕЛЕУЦЕ А.С., КОШМАН С.І., КОШМАН В.Д.	
Продуктивність та кормові достоїнства гречки сахалінської в умовах Республіки Молдова.....	25
<b>Південне плодівництво</b>	
СМИКОВ А.В., РІХТЕР О.О., ФЕДОРОВА О.С., ШИШОВА Т.В., ІВАЩЕНКО Ю.О.	
Хімічний склад плодів гібридних форм персика.....	32
<b>Біотехнологія рослин</b>	
ЛЕЛЕКОВ О.С., ГЕВОРГІЗ Р.Г.	
Динаміка щільності культури мікроводоростей у стаціонарній фазі росту.....	39
НОВІКОВА Т.М., БОРОВКОВ А.Б.	
Управління інтенсивною культурою <i>Tetraselmis viridis</i> плотностатним методом.....	44
ЦИГАНКОВА В.А., ПОНОМАРЕНКО С.П., ГАЛКІН А.П., ЄМЕЦЬ А.І.	
Індукція регуляторами росту рослин приросту біомаси та синтезу поліфруктанів у культурах „бородатих коренів” цикорію.....	50
<b>Біохімія рослин</b>	
ЧЕРНОВА Л.О., ГОРБАНЬ В.Г., АНТОНЕНКО С.П., ГУДВІЛОВИЧ І.М., БОРОВКОВ А.Б.	
Отримання масляного екстракту каротиноїдів з мікроводорості <i>Dunaliella salina</i> Teod. ....	63
<b>Фізіологія рослин</b>	
БРАЇЛКО В.А.	
Характеристика деяких параметрів водного режиму вічнозелених видів роду <i>Lonicera</i> L. в умовах Південного берега Криму.....	69
<b>Репродуктивна біологія</b>	
ЛИТВИНЕНКО Ю.С.	
Оцінка репродуктивного потенціалу видів роду <i>Pinus</i> L. на півдні степової зони України за показниками насінневої продуктивності та якості пилку.....	76
<b>Анатомія рослин</b>	
МИХАЙЛОВА О.А., БІРЮЛЬОВА Э.Г.	
Особливості анатомічної будови вегетативних органів деяких охоронюваних видів роду <i>Crambe</i> L. ....	83
<b>Правила для авторів.....</b>	89

## CONTENTS

**Nature protection**

LITVINSKAYA S.A.

Modern system of nature reserves of the Western Caucasus and their problems ..... 8

**Flora and Vegetation**

SKLIAR V.G.

Vitality structure of *Betula pendula* tree stands in the forests of Novgorod-Sivers'k Polissia..... 20**Horticulture**

TITEI V. GH., TELEUTA A.S., COSMAN S.I, COSMAN V.D.

Productivity and feeding value of Giant knotweed in the republic of Moldova..... 25

**Southern Horticulture**

SMYKOV A.V., RICHTER A.A., FEDOROVA O.S., SHISHOVA T.V., IVASCHENKO Y.A.

The chemical composition of the fruits of peach hybrid forms..... 32

**Plant Biotechnology**

LELEKOV A.S., GEVORHIZ R.G.

Dynamics of algal culture's density in the stationary growth phase..... 39

NOVIKOVA T.M., BOROVKOV A.B.

Control of *Tetraselmis viridis* high-density culture using the turbidostat method..... 44

TSYGANKOVA V.A., PONOMARENKO S.P., GALKIN A.P., YEMETS A.I.,

Induction by plant growth regulators of biomass growth and polyfructan synthesis in the cultures of chicory "hairy roots" ..... 50

**Plant Biochemistry**

CHERNOVA L.A.; GORBAN V.G., ANTONENKO S.P, GUDVILOVYCH I.N., BOROVKOV A.B.

Obtaining of carotenoids oil extract from microalgae *Dunaliella salina* Teod. .... 63**Plant Physiology**

BRAILKO V.A.

Characteristics of some water regime features for the evergreen *Lonicera* L. species in the conditions of the southern Coast of Crimea ..... 69**Plant Reproductive Biology**

LITVINENKO Yu.S.

Evaluation of some *Pinus* L. species reproductive potential in the south of the Steppe Zone of Ukraine according to seed productivity and pollen quality ..... 76**Plant Anatomy**

MYKHAILOVA O.A., BIRULOVA E.G.

Features of anatomical structure of the vegetative organs of some protected species from genus *Crambe* L. .... 83**Rules for the authors**..... 89

УДК 502.5(470.6)

С.А. ЛИТВИНСКАЯ, доктор биологических наук  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия

## СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ИХ ПРОБЛЕМЫ

Приводится история становления заповедной сети и сложившаяся система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Западном Кавказе (ЗК), представленная двумя заповедниками, Сочинским национальным парком, заказниками и памятниками природы. Рассматриваются новые формы раритетных экосистем – Ключевая орнитологическая территория (КОТР), связанная с проблемой сохранения орнитофауны в «узловых точках» ареала, и 4 территории особого природоохранного значения (ТОПЗ). Обсуждаются современные проблемы ботанических памятников природы и неохраняемых экосистем: субъективизм при учреждении, отсутствие экологической политики, антропогенные нарушения, нерациональное природопользование, несовершенство природоохранного законодательства, нерепрезентативность.

**Ключевые слова:** Западный Кавказ, раритетные природные объекты, памятник природы, биоразнообразие, редкий генофонд.

### Введение

По определению Международного союза охраны природы (МСОП) к особо охраняемым природным территориям (ООПТ) относятся участки суши или моря, специально предназначенные для сохранения и поддержания биоразнообразия, природных и связанных с ними культурных ресурсов и имеющие особый юридический статус. Правовые аспекты формирования ООПТ регламентируются федеральными и региональными законами, кодексами, постановлениями. Развитие совершенной, рациональной системы ООПТ является важным условием реализации государственной стратегии России по охране природы и обеспечению экологической безопасности и устойчивого развития.

Серьезной проблемой Западного Кавказа является выработка стратегии освоения территорий и их рационального природопользования. В регионе отсутствует научно-обоснованная ландшафтно-экологическая система охраняемых территорий. Не охраняются псаммофильные ценозы, плавневый природный комплекс, степные экосистемы. Приводятся сведения о редких видах, произрастающих на горных останцах, которые необходимо ввести в региональную систему ООПТ. Не объявлена памятником природы гора Шизе – рефугиум средиземноморской флоры и растительности на северном склоне Главного хребта – гора, на которой произрастает более 20 видов растений, подлежащих государственной охране, в том числе и такие редчайшие виды, как *Stipa syreistschikowii* P.A. Smirn., *Himantoglossum caprinum* (Bieb.) C. Koch, *Orchis punctulata* Stev. ex Lindl., *Limodorum abortivum* (L.) Sw., два вида *Ophrys*, *Asphodeline taurica* (Pallas ex Bieb.) Endl., *Juniperus excelsa* Bieb., *J. foetidissima* Willd., *Iris pumila* L., *Paeonia caucasica* (Schipcz.) Schipcz. и другие.

Показана история становления заповедной сети и сложившаяся система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Западном Кавказе (ЗК), рассмотрены новые формы раритетных экосистем – Ключевая орнитологическая территория (КОТР)

и территории особого природоохранного значения (ТОПЗ) для формирования Панъевропейской экологической сети. Впервые приводится полная характеристика флоры и фауны трех ТОПЗ. Отмечается отсутствие рациональной экологической политики в области охраны природы, антропогенные нарушения и нерепрезентативность ООПТ.

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследований явилась сложившаяся система заповедных территорий на Западном Кавказе. С целью выявления эволюционной значимости отдельных памятников природы с 2000 г. проводились исследования редкого генофонда, сбор гербарного материала, выявлялись лимитирующие факторы. Определение растений проводилось по «Определителю ...» [6] с учетом современных таксономических данных согласно «Конспекту флоры Кавказа» [5].

### **Результаты и обсуждение**

Как показала история, система ООПТ Западного Кавказа складывалась стихийно, без учета ландшафтно-экологических, биогеоценотических принципов при их проектировании, без учета ландшафтной репрезентативности, без осознанного формирования экологического каркаса, на основе пассивной стратегии управления. Существующая сеть охраняемых территорий была выделена в 80-х годах XX в. и совершенно не отвечает современным требованиям ни по количественному, ни по качественному состоянию. Площадь охраняемой территории не охватывает типичных для данного ландшафта морфологических частей, уже не говоря о пространственной сопряженности репрезентативных элементов нескольких ландшафтов. Сейчас сложно говорить и о «жизнеспособности» заповедных экосистем, ибо границы, площадь, конфигурация складывались субъективно и стихийно без научного обоснования. Не всегда выделялись ландшафты и уникальные компоненты природы, представляющие собой целостные природные образования, не выделялись охранные зоны.

Оценить плотность ООПТ в регионе сложно. Имеются довольно разноречивые данные. По «качеству» сетей ООПТ ряд авторов Краснодарский край относит в третью, самую высокую группу – «балльная оценка выше среднего по России», по другому мнению: «Здесь при наибольшем значении уникальности флоры и фауны площадь охраняемых природных территорий наименьшая, а кластерный характер их размещения не компенсирует необходимость репрезентативности заповедной биоты» [1, с. 58]. В настоящее время охрана природы обеспечивается функционированием сети заповедных объектов, включающих два заповедника, один национальный парк, 12 заказников, из которых 2 – федеральных. В Краснодарском крае имеется еще 79 прочих охраняемых природных территорий, включающих природные парки, национальные парки, памятники природы [1].

Кавказский государственный биосферный природный заповедник учрежден в 1888 г. как Великокняжеская «Кубанская охота», в 1924 г. получил статус государственного заповедника, в 1979 г. – статус биосферного и вошел в Международную сеть биосферных резерватов, в 1999 г. включен в список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. По уникальности ландшафтов он не имеет аналогов в Европе. Это богатейший резерват генофонда живой природы: орнитофауна заповедника – 253 вида [14], лишайников – 420 видов [3]. Со времен учреждения границы заповедника изменялись более 12 раз и остаются нестабильными и в настоящее время. На 2004 год площадь заповедника составляла 280 335 га. Лагонакскому нагорью придан статус биосферного полигона «Лагонакский», созданного с целью проведения научных и мониторинговых исследований в условиях антропогенного воздействия.

Заповедник «Утриш» – самый молодой заповедник, единственное место в России, где представлены уникальные средиземноморские экосистемы. Наибольшую природоохранную значимость в нем имеют 26 синтаксонов: *Pineta pallasiana*, *Pistacieta muticae*, *Pineta pityusae*, *Junipereta excelsae* и др. Средиземноморский ценофонд относится к первому классу редкости с высоким синфитосозологическим индексом (11-12) [11]. На небольшом участке средиземноморских ландшафтов сконцентрирован редчайший генофонд фауны (скальная ящерица Щербака, полозы оливковый, желтобрюхий, эскулапов, четырехполосый, средиземноморская черепаха Никольского, кавказская жужелица) и флоры: *Asphodeline taurica* (Pall. ex Bieb.) Endl., *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch., *Eryngium maritimum* L., *Onosma polyphylla* Ledeb., *Veronica filifolia* Lipsky, *Iris pumila* L., *Euphorbia rigida* Bieb., *Hedysarum candidum* Bieb., *Hymantoglossum caprinum* (Bieb.) C. Koch и др.

На территории функционирует Сочинский государственный природный национальный парк (СНП), организованный в 1983 г. Он занимает ключевое место в региональной системе ООПТ и отличается полифункциональностью, предусматривающей оптимизацию природной среды и антропогенных ландшафтов, а также сохранение природного и культурного наследия. СНП отличается высоким уровнем биоразнообразия всех групп организмов, уступая, пожалуй, только Кавказскому заповеднику. На территории СНП обитает 60 видов териофауны (в Краснодарском крае 86), 126 видов орнитофауны (в крае 320), 9 видов амфибий (11 в крае), 17 из 21 вида рептилий; флора сосудистых растений насчитывает 1658 видов [15]. СНП находится в зоне интенсивного рекреационного использования, курортного и олимпийского строительства, прокладки трубопроводов. Большой проблемой парка являются пожары. Только в 2002 г. было зарегистрировано около 59 случаев возгорания на площади 130 га. К этому необходимо добавить рубки леса, несанкционированный отлов животных, браконьерство, сбор дикорастущих лекарственных, декоративных, плодовых растений, загрязнение территории, нерациональное рекреационное использование и многое другое. С территории парка уже исчезли местообитания *Crithmum maritimum* L. и *Osmunda regalis* L.

Следующая форма ООПТ – это заказники, которые организуются с целью сохранения и поддержания в естественном состоянии уникальных природных объектов и воспроизводства охотничьих видов животных. На территории ЗК функционирует три ландшафтных заказника: Агрыйский (1,84 тыс. га), Камышанова Поляна (2,9 тыс. га), Черногорье (7366,2 га) и ряд охотничьих заказников: Приазовский (45 тыс. га), Горячеключевской (38 тыс. га), Новоберезанский (30,6 тыс. га), Псебайский (37,4 тыс. га, Мостовской район), Таманско-Запорожский (30 тыс. га), Лабинский (27,5 тыс. га), Туапсинский (15 тыс. га), Красная Горка (12 тыс. га), Крымский (30 тыс. га), Белореченский (24950 га), Абраусский (11500 га). Один заказник – Дедеркойский – находится в ведении РАН (12 тыс. га).

Учрежден орнитологический заказник «Имеретинская низменность» как самый северный вариант колхидских болот, нигде более в России не встречающийся. На территории ЗК имеются водно-болотные угодья международного значения, находящиеся под юрисдикцией Рамсарской конвенции. Водные экосистемы играют важную роль в функционировании дельты р. Кубани. Охрана водно-болотных угодий не может ограничиваться пассивными мерами, она требует шадящего рационального вмешательства в жизнь экосистем, чтобы приостановить их трансформацию. Учитывая значимость данных территорий, в последние годы появилась новая форма раритетных экосистем – Ключевая орнитологическая территория (КОТР) [4]. Эта форма охраны связана с проблемой сохранения орнитофауны в «узловых точках» ареала и является основным стратегическим подходом к охране птиц. Для региона, имеющего высокую орнитологическую значимость, где зарегистрировано 337 видов птиц, 50 из которых

занесены в Красную книгу РФ и 30 видов в Красную книгу Краснодарского края, выделение КОТР чрезвычайно важно [14]. На территории Краснодарского края выделены следующие КОТР: «Ейский лиман», располагающийся на важнейшем миграционном пути, на пролете и зимовке водоплавающей птицы (кряква, красноголовый нырок, серый гусь, журавль-красавка, орлан-белохвост, краснозобая казарка, пеганка); «Кизилташские лиманы» (Кизилташский, Бугазский, Цокур, Витязевский), представляющие лагунные водоемы древней дельты р. Кубани (40 400 га), где отмечено 189 видов птиц, то есть более 57% от всей орнитофауны края; «Устье реки Ея» (9600 га) – сильно заболоченный лиманный участок долины р. Ея, где в гнездовой период отмечены красноголовый нырок, серая утка, колпица и др.; «Озеро Ханское» (8000 га), где гнездится крупнейшая на Северном Кавказе популяция кудрявого пеликана; «Калининские плавни» (3000 га) в районе Понурского лимана, где гнездятся 7 видов аистообразных, 20 пар колпицы, 500 пар серой цапли, 50 пар белощекой крачки, крупнейшее скопление в России каравайки и др.; «Приморско-Ахтарская система озер» (40 тыс. га) представляет собой ряд мелководных водоемов дельтового происхождения, юго-западный участок этой КОТР входит в состав водно-болотного угодья международного значения «Дельта Кубани» (173 тыс. га); «Долина реки Ходзь» (10500 га) располагается в пределах высот 300-1400 м н.у.м.; «Низовье реки Уруштен» (1764 га) выделено как одна из самых крупных гнездовых колоний белоголового сипа Западного Кавказа на высоте 800-1900 м н.у.м.

В Европейской России согласно резолюции № 4 (1996 г.) Постоянного комитета Бернской конвенции для выявления территорий особого природоохранного значения начата работа по инвентаризации материалов по регионам, где распространены виды и местообитания растений и животных европейского значения, а также концентрируются виды, занесённые в Красную книгу РФ и субъектов РФ. Одним из критериев выявления ТОПЗ является сохранение местообитаний видов европейского значения, перечисленных в Резолюции № 4 (1996 г.). Выделение ТОПЗ основано на применении Классификации местообитаний Палеарктики, составленной по эколого-физиономическому принципу и содержащей перечень типов местообитаний.

В качестве потенциальных ТОПЗ для формирования Панъевропейской экологической сети, включая Изумрудную сеть ТОПЗ, на ЗК предлагается ряд природных объектов:

Потенциальная ТОПЗ «Архипо-Осиповская». Местоположение – Краснодарский край, Геленджикский р-н, поселки Бета, Архипо-Осиповка, Кабардинка. Площадь – 3500 га. Местообитания европейского значения: G3.56. Banat and Pallas' pine forest – Леса с сосной Баната или сосной Палласа [11,12]. Виды европейского значения: *Onosma polyphylla*; *Chalcalburnus chalcoides derjugini*, *Testudo graeca nikolskii*, *Elaphe quatuorlineata*, *Triturus vulgaris lantzi*, *Ixobrychus minitus*, *Egretta garzetta*, *Ciconia nigra*, *Falco peregrinus*, *Caprimulgus europaeus*, *Pernis apivorus*, *Dryocopus martius*, *Lanius collurio*, *Lanius minor*, *Falco vespertinus*, *Nyctis emarginatus*, *Mustela lutreola* [17]. Виды, занесённые в Красную книгу РФ [9,10]: из флоры – *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Veronica filifolia*, *Anemone blanda* Schott et Kotschy, *Dianthus acantholimonooides*, *Lonicera etrusca* Santi, *Iris pumila*, *Staphylea pinnata* L., *Campanula komarovii*, *Hedysarum candidum*, *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Onosma polyphylla*, *Ophrys apifera* Huds., *O. oestriifera* Bieb., *Paeonia caucasica* (Schipcz.) Schipcz., *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *C. longifolia* (Huds.) Fritsch., *C. rubra* (L.) Rich., *Pinus pallasiana*, *P. pityusa*, *Taxus baccata*, *Crocus speciosus* Bieb., *Orchis mascula* L., *O. punctulata* Stev. ex Lindl., *O. simia* Lam., *O. purpurea* Huds., *O. moria picta*, *O. tridentata* Scop., *O. militaris* L.; из фауны – *Chalcalburnus chalcoides mento*, *Triturus vulgaris lantzi*, *Testudo graeca nikolskii*, *Elaphe longissima*; *Ciconia nigra*, *Falco peregrinus*, *Nyctis emarginatus*; *Lutra lutra meridionalis*, *Felis silvestris daemon*. Виды, занесённые в Красную книгу Краснодарского края [7,8]:

из флоры – *Anacamptis pyramidalis*, *Veronica filifolia*, *Anemone blanda*, *Dianthus acantholimmonoides*, *Lonicera etrusca*, *Iris pumila*, *Staphylea pinnata*, *Stipa pulcherrima* C. Koch, *Campanula komarovii*, *Hedysarum candidum*, *Limodorum abortivum*, *Juniperus foetidissima*, *J. excelsa*, *Onosma polyphylla*, *Ophrys apifera*, *O. oestriifera*, *Paeonia caucasica*, *Cephalanthera damasonium*, *C. longifolia*, *C. rubra*, *Pinus pallasiana*, *P. pityusa*, *Taxus baccata*, *Crocus speciosus*, *Orchis mascula*, *O. punctulata*, *O. simia*, *O. purpurea*, *O. moria* subsp. *picta* (Loisel.) K. Richt., *O. tridentata*, *O. militaris*; из фауны – *Vimba vimba tenella*, *Chalcalburnus chalcoides mento*; *Triturus vulgaris lantzi*, *Hierophis caspius*, *Coluber najadum*, *Elaphe longissima*, *Testudo graeca nikolskii*, *Natrix megalcephala*, *Rana macrocnemis*; *Falco peregrinus*, *Ciconia nigra*, *Pernis apivorus*; *Nyctis emarginatus*, *Lutra lutra meridionalis*, *Felis silvestris daemon*.

Территории, обладающие официальным международным статусом, отсутствуют. Иные территории, выделенные в соответствии с общепринятыми приоритетами: памятник природы «Бор сосны крымской» (решение Геленджикского горисполкома от 24 ноября 1977 г. №22 и решение Краснодарского крайисполкома от 14 сентября 1983 г. № 488); памятник природы «Урочище сосны крымской «Архипо-Осиповское» (решение Геленджикского горисполкома от 3 июля 1980 г. №313 и решение Краснодарского краевого Совета народных депутатов от 14 июля 1988 г. №326).

Иные особо значимые объекты: ботанические – это единственное местообитание сосны Палласа на Кавказе и смешанные сообщества *Pinus pityusa* и *Pinus pallasiana*; исторические, объекты культурного наследия – наличие мегалитов бронзового века – дольменов, генуэзская крепость.

Потенциальная ТОПЗ «Озеро Соленое». Местоположение – Краснодарский край, Темрюкский район. Площадь – 200 га. Местообитания европейского значения: A2.5. Coastal saltmarshes and saline reedbeds – Приморские соленые болота и тростниковые заросли; B1.3. Shifting coastal dunes – Переувлажняемые береговые дюны [16]; A2.3. Littoral mud – Литоральные илы; E1.2. Perennial calcareous grassland and basic steppes – Кальцефильные многолетние злаковники и степи. Виды европейского значения: из флоры – *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch; из фауны – *Pelias renardi*, *Pseudophilotes bavius*, *Pelecanus crispus*, *Sterna albifrons*, *Sterna* (=Hydroprogne) *caspia*, *Himantopus himantopus*, *Gelochelidon nilotica*, *Recurvirosta avosetta*, *Charadrius alexandrinus* [17]. Виды, занесённые в Красную книгу РФ: из флоры – *Iris pumila*, *Eryngium maritimum* L., *Stipa pennata* L., *Crambe koktebelica*, *Elytrigia stipifolia*; из фауны – *Anax imperator*, *Saga pedo*, *Calosoma sycophanta*, *Pelecanus crispus* [4], *Sterna* (=Hydroprogne) *caspia*, *Sterna albifrons*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirosta avosetta*, *Larus genei*, *Charadrius alexandrinus*, *Larus ichthyaetus* [9,10]. Виды, занесённые в Красную книгу Краснодарского края: из флоры – *Adonis vernalis* L., *Iris pumila*, *I. halophila* Pall., *Crambe maritima*, *Eryngium maritimum*, *Helichrisum arenarium* (L.) Moench, *Stipa pennata*, *Crambe koktebelica*, *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski; из фауны – *Pelias renardi*, *Hierophis caspius*, *Anax imperator*, *Empusa fasciata*, *Saga pedo*, *Calosoma sycophanta*, *Catopta thrips*, *Parahypopta caestrum*, *Jordanita graeca*, *Pseudophilotes bavius*, *Pseudophilotes vicrama schiffermulleri*, *Spiris striata*, *Eublemma minutata*, *Aegle kaekeritziana*, *Periphanes delphinii*, *Haemerosia vassilini*, *Pelecanus crispus*, *Sterna albifrons*, *Sterna* (=Hydroprogne) *caspia*, *Himantopus himantopus*, *Gelochelidon nilotica*, *Recurvirosta avosetta*, *Charadrius alexandrinus*, *Larus ichthyaetus*, *Larus genei* [7,8].

Здесь находится комплексный памятник природы «Озеро Соленое» (решение Краснодарского крайисполкома от 14.09.1983 г. № 488 и решение Темрюкского райисполкома от 10.06.1981 г. № 406 и от 7.09.1988 г. № 269). Ботанические особенности: дерновинно-злаково-разнотравная степь по берегам озера, галофильная

растительность по пересыхающим участкам озера, псаммофильная растительность приморских песков. Геоморфологические и гидрологические особенности: соленое озеро, лечебные магниевые-натриевые грязи, песчаные дюны.

Потенциальная ТОПЗ «Суджукская лагуна». Местоположение – Краснодарский край, Новороссийский район, г. Новороссийск. Площадь – 50 га. Местообитания европейского значения: А2.5. Coastal saltmarshes and saline reedbeds – Приморские соленые болота и тростниковые заросли; В2.3. Upper shingle beaches with open vegetation – Галечные пляжи с разреженной растительностью [11]; Е1.3. Mediterranean xeric grasslands – Средиземноморские ксерофильные злаковники [12]. Виды европейского значения: из флоры – *Onosma polyphylla*; из фауны – *Lucanus cervus*, *Cygnus cygnus*, *Himantopus himantopus*, *Larus melanocephalus*, *Charadrius alexandrinus*, *Larus genei*, *Plegadis falcinellus*, *Pelecanus crispus*, *Egretta garzetta*, *Testudo graeca nikolskii*, *Pelias renardi* [17]. Виды, занесённые в Красную книгу РФ: из флоры – *Astracantha arnacanthoides*, *Anacamptis pyramidalis*, *Bellevalia speciosa*, *Leucojum aestivum*, *Anemone blanda*, *Genista albida* Willd., *Iris pumila*, *Glaucium flavum* Crantz, *Sternbergia colchicifolia*, *Onosma polyphylla*, *Ophrys oestriifera*, *Orchis moria* subsp. *picta*, *O. palustris* Jacq.; из фауны – *Testudo graeca nikolskii*, *Emys orbicularis*, *Hierophis caspius*, *Elaphe sauromates*, *Calosoma sycophanta*, *Parnassius Mnemosyne*, *Xylocopa valga*, *Scolia hirta*, *Scolia maculate*, *Lucanus cervus* [9,10]. Виды, занесённые в Красную книгу Краснодарского края: из флоры – *Astragalus subuliformis* Bieb., *Astracantha arnacanthoides*, *Anacamptis pyramidalis*, *Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh., *Anemone blanda*, *Leucojum aestivum*, *Genista albida*, *Glaucium flavum*, *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult., *Gladiolus tenuis* Bieb., *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit., *Iris pumila*, *Taraxacum bessarabicum* (Hornem.) hand.-Mazz., *Onosma polyphylla*, *Ophrys oestriifera*, *Orchis moria* subsp. *picta*, *O. palustris*, *Crocus reticulatus*, *C. speciosus*; из фауны – *Testudo graeca nikolskii*, *Emys orbicularis*, *Hierophis caspius*, *Elaphe sauromates*, *Pelias renardi*, *Calosoma sycophanta*, *Parnassius mnemosyne*, *Xylocopa valga*, *Scolia hirta*, *S. maculate*, *Lucanus cervus* [7,8].

Иные особо значимые объекты: ботанические – литоральный галечный участок с *Glaucium flavum*; уникальный участок приморской степи с редкими видами, занесёнными в Красную книгу РФ, участок приморского болота с *Leucojum aestivum*, *Orchis palustris*; геоморфологические и гидрологические – гидрологический памятник природы «Суджукская лагуна» (решение Новороссийского горисполкома от 26.06.1979 г. № 328).

Потенциальная ТОПЗ «Варваровская». Местоположение – Краснодарский край, Анапский район, посёлок Варваровка, гора Лысая. Площадь – 1000 га. Местообитания европейского значения: G.3.4E. Ponto-Caucasian *Pinus sylvestris* forests – Понто-Кавказские сосновые леса [12]; G3.9. Coniferous woodland dominated by Cupressaceae or Taxaceae – Кипарисовые, можжевеловые и тисовые леса Западной Палеарктики [11]; Е1.3. Mediterranean xeric grasslands – Средиземноморские ксерофильные злаковники [12]. Виды европейского значения: из флоры – *Onosma polyphylla*, *Paeonia tenuifolia* L., *Crambe koktebelica*; из фауны – *Lucanus cervus*, *Testudo graeca nikolskii*, *Pelias renardi*, *Cerambyx cerdo*, *Gavia arctica*. Виды, занесённые в Красную книгу РФ: из флоры – *Astracantha arnacanthoides*, *Asphodeline taurica*, *Anacamptis pyramidalis*, *Veronica filifolia*, *Anemone blanda*, *Lonicera etrusca*, *Iris pumila*, *Stipa pulcherrima*, *Juniperus foetidissima*, *J. excelsa*, *Crambe steveniana* Rupr., *C. koktebelica*, *Onosma polyphylla*, *Ophrys apifera*, *O. oestriifera*, *Paeonia caucasica*, *P. tenuifolia*, *Cephalanthera longifolia*, *Pinus pityusa*, *Tulipa gesneriana*, *Pistacia mutica* Fisch. et Mey., *Orchis punctulata*, *O. simia*, *O. moria* subsp. *picta*; из фауны – *Testudo graeca nikolskii*, *Hierophis caspius*, *Elaphe sauromates*, *Gavia arctica*, *Allanacstria caucasica*, *Cetonischema speciosa speciosa*, *Carabus caucasicus*, *Calosoma sycophanta*, *Parnassius mnemosyne*, *Xylocopa valga*,

*Cerambyx cerdo*, *Scolia hirta*, *S. maculate* [10]. Виды, занесённые в Красную книгу Краснодарского края: из флоры – *Astragalus utriger* Pall., *A. subuliformis*, *Astracantha arnecanthoides*, *Asphodeline taurica*, *Anacamptis pyramidalis*, *Veronica filifolia*, *Anemone blanda*, *Adonis vernalis*, *Sideritis taurica* Steph. ex Willd., *Lonicera etrusca*, *Hypericum hyssopifolium* Chaix, *Phlomis taurica* Hartwiss, *Iris pumila*, *Crambe steveniana*, *C. koktebelica*, *Stipa pulcherrima*, *Potentilla taurica* Willd., *Matthiola odoratissima* (Bieb.) R. Br., *Clematis lathyriifolia* Besser ex Reichenb., *Amygdalus nana* L., *Juniperus foetidissima*, *J. excelsa*, *Saponaria glitiosa* Bieb., *Jurinea stoechadifolia* (Bieb.) DC., *Onosma polyphylla*, *Ophrys apifera*, *O. oestriifera*, *Trigonella cretacea* (Bieb.) Grossh., *Paeonia caucasica*, *P. tenuifolia*, *Psephellus declinatus* (Bieb.) C. Koch, *Cephalanthera longifolia*, *Rindera tetraspis* Pall., *Thymus helendzhicus* Klok. et Schost., *T. markhotensis* Maleev, *Tulipa gesneriana*, *Fibigia eriocarpa* Boiss., *Salvia ringens* Sibth. et Smith, *Crocus reticulatus*, *C. speciosus*, *Scutellaria novorossica* Juz., *Helichrisum arenarium*, *Orchis punctulata*, *O. simia*, *O. moria* subsp. *picta*; из фауны – *Testudo graeca nikolskii*, *Hierophis caspius*, *Elaphe sauromates*, *Pelias renardi*, *Gavia arctica*, *Parnassius Mnemosyne*, *Proterebia afra*, *Lemonia ballionii*, *Stephanocleonus microgrammus*, *Lixus canescens*, *Scolia hirta*, *S. maculate*, *Muschampia tessellum*, *Carnodis cariosa*, *Cortodera circassica*, *Cerambyx cerdo* [7,8].

Иные особо значимые объекты: ботанические – самое западное местообитание сосны пицундской на Черноморском побережье; единственное местообитание, где сосна пицундская на южном склоне и сосна Коха на северном склоне так близко подходят друг к другу; можжевельново-фисташковые редколесья на северо-западном пределе ареала; томилляры и нагорно-ксерофитная растительность субсредиземноморья; степи; геологические – вертикальные приморские обрывы.

Важная группа ООПТ – памятники природы (ПП). Всего Всероссийским обществом охраны природы в Краснодарском крае на 1991 г. было выделено 425 ПП. Проблем, связанных с состоянием памятников природы, немало. Так, выяснилось, что большинство (если не все) ПП остаются безнадзорными и охрана их существует чисто номинально. Список региональных ПП раздут за счет объявления памятниками природы большого количества деревьев (акация пирамидальная в г. Усть-Лабинске, береза космонавта Горбатко, груша дикая Кубаночка), критерии выделения которых вызывают недоумение. Гора Артиллерийская (7 га) объявлена ландшафтным памятником, но ни по одному критерию она не подходит под охраняемую территорию. И в то же время памятником природы не объявлена гора Шизе – рефугиум средиземноморской флоры и растительности на северном склоне Главного хребта, на которой произрастает более 20 видов растений, подлежащих государственной охране, в том числе и такие редчайшие виды, как *Stipa syreistschikowii* P.A. Smirn., *Himantoglossum caprinum* (Bieb.) C. Koch, *Orchis punctulata*, *Limodorum abortivum*, два вида *Ophrys*, *Asphodeline taurica* (Pallas ex Bieb.) Endl., *Juniperus excelsa* Bieb., *J. foetidissima* Willd., *Iris pumila*, *Paeonia caucasica* (Schipcz.) Schipcz. и др. Не являются памятниками природы уникальная самая западная популяция *Abies nordmanniana* (Stev.) Sprach в верховьях Верхнего Дефана, горы-останцы Лысая у Верхнего Дефана и Лысая в окрестностях станицы Шапсугской, Михайловская, Бараний Рог, Тхаб, где представлены реликтовые осколки горностепных сообществ, Синяя Балка – уникальный палеонтологический музей на Тамани в сочетании с грязевулканическим комплексом, окрестности древней Фанагории у ст. Сенной, покрытые типчаково-разнотравными степями. Вне охраны – уникальный хребет Герпегем, где концентрируется гипсофильная флора, произрастают *Asphodeline tenuior* (Fisch. ex Bieb.) Ledeb., *Thymus pulchellus* C.A. Mey., *Genista angustifolia* Schischk. и др. редчайшие эндемичные виды. Не охраняется хребет Маркотх, где представлены можжевельновые редколесья, реликтовые горные степи со средиземноморскими гемиксерофильными видами, локальными эндемиками, где произрастает 45 видов,

подлежащих государственной охране. Искусственное террасирование склонов хребта Маркотх под посадки сосны пицундской и крымской, добыча цемента, строительство дороги, развитие рекреационных объектов поставили под угрозу существование реликтовых степных ландшафтов.

Но и объявление раритетного объекта памятником природы не спасает положения. Это относится к охране редкого на ЗК реликтового представителя средиземноморских хвойных лесов на восточной границе ареала *Pinus pallasiana* D. Don. В России вид произрастает только на Черноморском побережье Кавказа (Северо-Западное Закавказье): Адлерова, Назарова, Сосновая щели в окрестностях Архипо-Осиповки–Бетты. В приморской полосе он образует уникальные смешанные реликтовые сообщества с *Pinus pityusa* Steven, с *Quercus pubescens* Willd. и чистые ценозы. Сообщества отличаются высоким флористическим богатством. В крымскососновых сообществах произрастает немало «краснокнижных» видов: *Pinus pallasiana*, *P. pityusa*, *Campanula komarovii*, все виды рода *Cephalanthera*, *Paeonia caucasica*, *Limodorum abortivum*, *Orchis punctulata*, *O. simia* Lam., *O. mascula* L., *O. militaris* L., *Staphylea pinnata* и многие др. Для охраны *Pinus pallasiana* учреждено 2 ПП, но нарушение раритетных ценозов значительное. Вырублены уникальные коренные, практически не затронутые антропогенными нарушениями смешанные насаждения из сосны крымской и сосны пицундской в районе Бжида при строительстве «Голубого потока», при строительстве дороги из Архипо-Осиповки в Адлерову щель, при рекреационном освоении данной территории. Сосняки сильно нарушены высокой рекреационной нагрузкой в Назаровой щели (земли находятся в аренде у частных лиц). Восстановление после рубок и пожаров идет за счет лиственных пород, что создает угрозу замещения реликтовых сосняков малоценными сообществами из дуба пушистого, грабинника, скумпии.

В регионе не охраняется псаммофильный литоральный природный комплекс, отличающийся древностью, генетически восходящий к океану Тетис. Причин немало: нерациональное курортное строительство, рекреация, превышающая все допустимые нормы, поиск и разработка углеводородного сырья в прибрежной зоне, строительство дорог. Результат – синантропизация, дигрессия древних литоральных экосистем. Вне системы охраняемых территорий оказались равнинные степи. В Предкавказье нет ни одной заповедной территории, связанной с сохранением степных экосистем. Распаханность этой зоны беспрецедентна. Степных рек уже нет, плодородие почв катастрофически снижается. Известно, что единственный способ восстановить плодородие знаменитых предкавказских черноземов – это пропустить их через степную стадию развития. Это очень сложно и звучит фантастически, но другого выхода у наших потомков не будет. Степной генофонд утерян, а те небольшие осколочные экосистемы, которые еще имеют место по берегам степных рек, мы не можем сохранить. Они волюнтаристическим решением местных руководителей распахиваются, и с дождями весь черноземный слой сползает в деградирующие реки.

В 1989 г. украинские исследователи Д.В. Дубына и Ю.Р. Шеляг-Сосонко в качестве перспективной сети охраняемых объектов предлагали организовать на базе Приазовского государственного республиканского заказника государственный заповедник «Кубанские плавни» (150 тыс. га), где представлены болотная, водная, солонцеватая, солончаковая, луговая и лесная пойменная растительность. В дельте Кубани авторами зарегистрировано 712 видов растений, то есть более 97% всего плавнево-литорального ландшафта Кубани [2]. Основные площади луговой растительности заняты засоленными лугами с эндемичными, редкими для Кубанского региона видами: *Achillea micranthoides* Klok., *Goniolimon graminifolium* (Ait.) Boiss., *G. tataricum* (L.) Boiss., *Elytrigia pseudocaesia* (Pacz.) Prokud. Характерным элементом растительного покрова являются сообщества тростника южного с формациями *Typheta*

*angustifoliae*, *Cariceta acutae*, *Cariceta ripariae*, *Cariceta acutiformis*, *Scirpeta lacustris*. Здесь отмечены редкие для Кубани виды: *Thelypteris palustris* Schott, *Symphytum officinale* L., *Stachys palustris* L., *Carex pseudocyperus* L., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., *Cicuta virosa* L. Особую значимость перспективному заповеднику придавали бы местообитания надводно-водно-воздушной растительности с сообществами реликтовых, редких и исчезающих видов: *Nelumbo nucifera* Gaertn., *Nymphoides peltatum* (S.G. Gmel.) Kuntze, *Nymphaea alba* L., *Trapa maeotica* Woron. В низовьях Кубани найден палеоэндемичный вид роголистника – *Ceratophyllum tanaiticum* Sapjég., на песчаных литоральных субстратах – *Centaurea marschalliana* Spreng., *C. odessana* Prod.), *Senecio borysthenicus* (DC.) Andrzej., *Apera maritima* Klok. [2]. Но рисовые системы положили начало деградационным процессам в плавневых экосистемах, а добыча углеводородного сырья ставит точку в их существовании.

Интереснейшим и уникальным объектом природы ЗК является грязевулканический комплекс – явление чрезвычайно редкое и уже одной только своей неповторимостью требующее бережного отношения и охраны. В России известны лишь четыре грязевулканических района: Западный Кавказ, о. Сахалин, Южное Приуралье и Восточный Кавказ. Таманский п-ов является местом развития классического грязевого вулканизма и практически единственным регионом России, где в низкогорье крайнего северо-западного окончания Большого Кавказа и на акватории морей, омывающих Таманский п-ов, известно более 50 действующих и потухших грязевых вулканов. Значимость грязевулканического ландшафта определяется его уникальностью и неповторимостью для всего пространства России, высока его эстетическая, познавательная и научная значимость. Однако констатируется, что грязевые вулканы изменены деятельностью человека, склоны распахиваются, кратеры берутся в аренду и превращаются в места принятия грязевых ванн без должного медицинского обследования. Уничтожаются естественные растительные сообщества, нередко идет прямое загрязнение и захламление вулканов и окружающих их территорий, строительство жилых и рекреационных объектов на склонах и вблизи вулканов, что категорически запрещено. Нетрудно представить уровень экологической катастрофы, которая обрушится на жителей при очередных извержениях вулканов, что не раз демонстрировала история.

Состояние ООПТ в настоящее время очень тесно связано с развитием российского законодательства и условиями рыночной экономики. Являясь прекрасными рекреационными объектами, в которые практически не надо вкладывать средств, они вовлекаются в рекреационное использование частными предпринимателями, нарушающими и не охраняющими уникальные объекты аренды. Арендатор далек от решения проблем охраны природы, не соблюдает правил рационального природопользования, в своем штате не содержит специалистов, знающих режим охраны, особенности природного объекта, возможности восстановления нарушенных территорий, допустимых экологических и рекреационных норм нагрузок и т.д. Раритеты, которые природа создавала миллионы лет, разрушаются, экосистемы деградируют.

Природу настиг передел собственности, леса ЗК сданы в аренду, с введением нового Лесного кодекса разрушена вся система лесного природопользования, процветает лесное и охотничье браконьерство. При таком положении дел говорить об охране, рациональном управлении неуместно. В течение последних десятилетий леса ЗК подвергаются беспощадным рубкам (Апшеронский, Мостовской р-ны), вырубаются даже средневозрастные древостои (Крымский р-н), леса на закарстованных территориях (Апшеронский р-н), в заказниках, национальном парке, заповеднике. Главными причинами трагедии г. Крымска, которая потрясла всю Россию, являются вырубка лесов на горных склонах, применение тяжелой гусеничной техники, огромное

количество просек, электропередач, трубо- и газопроводов, лесовозных дорог в окрестностях города. В результате лесорастительные условия нарушены полностью, лесной покров перестал выполнять противоэрозионную, средообразующую, водорегулирующую функции. При сильных ливнях искусственные линейные объекты превратились в бушующие водные потоки, сметающие на своем пути жилища, машины, железные дороги и концентрирующиеся в чаше города. При отсутствии канализационных стоков и близости к поверхности материнских пород воде некуда стекать. Это пример настоящей экологической катастрофы, причина которой – нарушение рационального лесного природопользования. При всех негативных последствиях стихийных явлений меньше всего, к сожалению, говорят об экологии, не анализируются действительные причины и следствия, не делаются правильные выводы, не учитывается мнение ученых.

Современные задачи охраны природы требуют применения научного принципа при выделении ООПТ как ландшафтного целостного объекта, с одной стороны, и как стабильных природных конструкций – основы экологической безопасности и устойчивого развития макросистем, с другой. Важной проблемой является выработка стратегии освоения территорий и их рационального природопользования. Уберечь популяции редчайшего палеоэндемика *Pinus pityusa* Stev. будет невозможно без принятия стратегии сохранения биоразнообразия всего Черноморского побережья, без действенного введения в жизнь концепции устойчивого развития прибрежных зон, через которую красной нитью должна пройти забота о живой природе. В пределах региона должен быть сконструирован экологический каркас природных и культурных ландшафтов, построенный на основе резерватов, соединенных экологическими коридорами, обеспечивающий экологическую стабильность и безопасность территории. Необходимо установить экологические основы использования территории, то есть рациональное сочетание возможностей сохранения качества природной среды уникального региона и системы ограничений хозяйственного освоения разных уголков Западного Кавказа. Необходимо дать оценку специфике региональной природы, устойчивости экосистем, особенностям средообразующих функций, подготовить научно обоснованную систему природопользования, рационально совмещающую ориентацию хозяйственного комплекса и природоохранные мероприятия. Только рациональное научно обоснованное и экологически грамотное природопользование – залог стабильности и экологической безопасности общества.

### Выводы

Система ООПТ Западного Кавказа складывалась стихийно, без учета ландшафтно-экологических, биогеоценотических принципов, без учета ландшафтной репрезентативности. В настоящее время охрана природы обеспечивается функционированием сети заповедных объектов, включающих 2 заповедника, 1 национальный парк, 12 охотничьих заказников, из которых 2 – федеральных, 1 орнитологический заказник, около 400 памятников природы, 14 КОТР. На Западном Кавказе предлагается ряд природных объектов, выделенных в качестве потенциальных территорий особого природоохранного значения: «Архипо-Осиповская», «Варваровская», «Суджукская лагуна», «Озеро Соленое», «Камышанова Поляна», «Хребет Маркотх», «Хребет Герпегем», «Гора Шахан», но они не входят в официальный перечень ООПТ.

В регионе не охраняются псаммофильный литоральный природный комплекс, степные и плавневые экосистемы, средиземноморские останцы (горы Шизе, Собербаш, Михайловская, Лысая, Острая). К сожалению, в настоящее время отмечается тенденция необоснованного закрытия уникальных памятников природы (пещера Каньон, местообитание болотного кипариса в Сукко, вековое дерево тиса ягодного в

Мостовском районе и др.), непрофессионализм в описании раритетных объектов, неконтролируемая аренда, приводящая к полной деградации памятников природы (гора Миска, Гнилая гора на Таманском полуострове, Тешебские водопады в Геленджикском районе).

Современные задачи охраны природы Западного Кавказа требуют применения научного принципа при выделении ООПТ как ландшафтных целостных объектов. Важной проблемой является выработка стратегии хозяйственного освоения территорий, основанная на рациональном природопользовании с учетом созологической значимости раритетных объектов.

### Список литературы

1. Амирханов А. М. Сохранение биологического разнообразия гор России / А. М. Амирханов, А. А. Тишков, Е. А. Белановская. – М., 2002. – 78 с.
2. Дубына Д. В. Плавни Причерноморья / Д. В. Дубына, Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 272 с.
3. Ескин Н. Б. Изучение видового разнообразия лишайников Кавказского заповедника / Н. Б. Ескин // Биоразнообразие и мониторинг природных экосистем в Кавказском гос. природном биосферном заповеднике. – Новочеркасск, 2002. – С. 22-29.
4. Ключевые орнитологические территории России. Т. 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России / [сост. Т. В. Свиридова] – М.: Союз охраны птиц России. – 2000. – 702 с.
5. Конспект флоры Кавказа / [отв. ред. А. Л. Тахтаджян]. – Т. 3(1). – СПб.-М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 469 с. – Т. 3(2). – СПб.-М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 623 с.
6. Косенко И. С. Определитель растений Западного Кавказа и Предкавказья / И. С. Косенко. – М., 1970. – 613 с.
7. Красная книга Краснодарского Края. Растения и грибы (изд. 2-е.) / [отв. ред. С.А. Литвинская]. – Краснодар: ООО «Дизайн Бюро №1», 2007. – 640 с.
8. Красная книга Краснодарского края. Животные / [науч. ред. А.С. Замотайлов]. – Краснодар: Центр развития ПТР Краснодарского края, 2007. – 476 с.
9. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. – М.: Т-во научн. изданий КМК. 2008. – 854 с.
10. Красная книга Российской Федерации. Животные. – М.: АСТ, Астрель, 2001. – 860 с.
11. Литвинская С. В. Охрана гено- и ценофонда Северо-Западного Кавказа / С. В. Литвинская. – Ростов н/Д, 1993. – 110 с.
12. Литвинская С. А. Растительность Черноморского побережья России (Средиземноморский анклав) / С. А. Литвинская. – Краснодар, 2004. – 130 с.
13. Литвинская С. А. Памятники природы Краснодарского края / С. А. Литвинская, С. П. Тильба. – Краснодар: Периодика Кубани, 2005. – 352 с.
14. Тильба П. А. Современный состав авифауны Кавказского заповедника и ее изменения за 76 лет / П. А. Тильба // Биоразнообразие и мониторинг природных экосистем в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике. – Новочеркасск, 2002. – С. 141-156.
15. Тимухин И. Н. Флора сосудистых растений Сочинского национального парка / И.Н. Тимухин // Инвентаризация основных таксономических групп и сообществ, созологические исследования Сочинского национального парка – первые итоги первого в России национального парка. – М., 2006. – С. 41-84.
16. Флеров А. Ф. Песчаные ландшафты Черноморско-Азовского побережья Кавказа, их происхождение и развитие / А. Ф. Флеров // Изв. Русского Географ. об-ва. – 1931. – Т. LXIII, Вып. 1. – С. 21–42.

17. European Red List of Vascular Plant /[M. Bilz, S. P. Kell, N. Maxted, R.V. Lansdown]. – Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2011. – 130 p.

*Статья поступила в редакцию 06.03.2013.*

S.A. LITVINSKAYA, *Dr.Sci. in Biology*  
FGBOU VPO "Kuban State University", Krasnodar, Russia

### **MODERN SYSTEM OF NATURE RESERVES OF THE WESTERN CAUCASUS AND THEIR PROBLEMS**

The history of the reserved network formation and the developed system of especially protected nature territories (EPNT) on the Western Caucasus are given. It is looked through the new forms of rare ecosystems – the Key ornithological territory (KOTR) connected with a problem of avifauna preservation in "nodal points" of the area, and 4 territories of the special nature protection value (TSNPV). Data on modern problems of botanical nature sanctuaries and unprotected ecosystems are provided.

The system of especially protected nature territories is presented by two reserves, Sochi national park, wildlife areas and nature sanctuaries. The problems: subjectivity at establishment, lack of ecological politics, anthropogenous violations, irrational environmental management, imperfection of the nature protection legislation, nonrepresentativeness.

С.А. ЛИТВИНСЬКА, *доктор біологічних наук*  
ФГБОУ ВПО «Кубанський державний університет», м. Краснодар, Росія

### **СУЧАСНА СИСТЕМА ОСОБЛИВО ОХОРОНЮВАНИХ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАХІДНОГО КАВКАЗУ ТА ЇХ ПРОБЛЕМИ**

Наведено історію становлення заповідної мережі та сформовано систему особливо охоронюваних природних територій (ООПТ) на Західному Кавказі. Розглядаються нові форми раритетних екосистем: ключова орнітологічна територія (КОТР), пов'язана з проблемою збереження орнітофауни у «вузлових точках» ареалу, та 4 території особливо природоохоронного значення (ТОПЗ). Система ООПТ представлена двома заповідниками, Сочинським національним парком, заказниками та пам'ятками природи. Наведено відомості про сучасні проблеми ботаничних пам'яток природи і неохоронюваних екосистем: суб'єктивізм при заснуванні, відсутність екологічної політики, антропогенні порушення, нерациональне природокористування, недосконалість природоохоронного законодавства, нерепрезентативність.

С.А. ЛИТВИНСКАЯ, *доктор биологических наук*  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия

### **СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ИХ ПРОБЛЕМЫ**

Приводится история становления заповедной сети и сложившаяся система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Западном Кавказе. Рассматриваются новые формы раритетных экосистем – Ключевая орнитологическая территория (КОТР), связанная с проблемой сохранения орнитофауны в «узловых точках» ареала, и 4 территории особого природоохранного значения (ТОПЗ). Система ООПТ представлена двумя заповедниками, Сочинским национальным парком, заказниками и памятниками природы. Приведены сведения о современных проблемах ботанических памятников

природы и неохранных экосистем: субъективизм при учреждении, отсутствие экологической политики, антропогенные нарушения, нерациональное природопользование, несовершенство природоохранного законодательства, нерепрезентативность.

## ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

УДК 581. 524.1

В.Г. СКЛЯР, кандидат біологічних наук

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

### ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ДЕРЕВОСТАНІВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ В ЛІСАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Надано інформацію про віталітетну структуру деревостанів берези повислої в лісових фітоценозах, типових для Новгород-Сіверського Полісся. Розкрито взаємозв'язок між віталітетними характеристиками деревостанів даного виду та еколого-ценотичними ознаками місцезростань.*

**Ключові слова:** віталітет, віталітетна структура, Новгород-Сіверське Полісся.

#### Вступ

Новгород-Сіверське Полісся є складовою частиною Східного Полісся і належить до числа найбільш заліснених регіонів України. В складі ряду ландшафтів, представлених на його території, ліси займають понад 30% площі [1].

Лісові угруповання Новгород-Сіверського Полісся виконують значні еколого-стабілізуючі функції як власне для зазначеного регіону, так і прилеглих територій. Відповідно, питання реалізації ними здатності до сталого функціонування є вельми актуальним. В свою чергу, довготривале існування лісів суттєво залежить від стану їхніх деревостанів, для оцінки кількісних та якісних параметрів яких доцільним є застосування не тільки класичних лісівничих підходів, а й популяційного аналізу. Це стосується і берези повислої *Betula pendula* Roth., яка належить до числа провідних лісоутворюючих видів Новгород-Сіверського Полісся та в складі його фітоценозів має різний статус: домінанта, співдомінанта, асектатора [6, 7, 9, 12]. Враховуючи еколого-ценотичну значущість лісів Новгород-Сіверського Полісся та роль в них *B. pendula*, на основі застосування віталітетного аналізу, який на даний час ще мало використовується для визначення життєвості дерев, було здійснено оцінку віталітетних параметрів *B. pendula* в різних лісових фітоценозах.

Мета даної роботи полягає у визначенні ознак віталітетної структури деревостанів *B. pendula* в лісових угрупованнях, типових для Новгород-Сіверського Полісся, та з'ясуванні впливу провідних екологічних чинників на віталітетні характеристики деревостанів досліджуваного виду.

#### Об'єкти і методи дослідження

Вивчалися фітоценози, які репрезентують такі групи асоціацій: *Pineta (sylvestris) hylocomiosa*, *Pineta (sylvestris) franguloso (alni) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) sphagnosa*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceta*

(*roboris*) *convallariosa* (*majalis*), *Betuleta* (*pendulae*) *vacciniosa* (*myrtilli*), *Betuleta* (*pendulae*) *stellariosa* (*holosteae*), *Betuleta* (*pendulae*) *caricosa* (*pilosae*).

В кожному з досліджуваних фітоценозів здійснювали оцінку розмірних характеристик дерев *B. pendula* генеративного онтогенетичного стану. З опорою на величини висоти особин та діаметра стовбура (на висоті 1,3 м), відповідно до рекомендацій Ю.А. Злобіна, як автора віталітетного аналізу, дерева *B. pendula* були поділені на три класи віталітету (життєвості): високий (клас «а»), проміжний (клас «b») та низький (клас «с»). При цьому враховували належність деревостанів до певного класу віку.

На наступному етапі досліджень в складі кожного фітоценозу визначалась частка рослин *B. pendula* різних класів віталітету та оцінювалась величина індексу якості (Q). Останній показник розраховувався за формулою:

$$Q = \frac{1}{2} (a + b),$$

де а – частка особин класу «а» віталітету,

б – частка особин класу «b» віталітету.

При значеннях індексу якості Q від 0 до 0,166 стан деревостанів відповідає статусу депресивних популяцій; при Q від 0,167 до 0,333 – врівноважених; при Q від 0,333 до 0,50 – процвітаючих [2, 3]. Розрахунки здійснювалися з використанням програми VITAL, розробленої Ю.А. Злобіним саме з метою проведення аналізу віталітетної структури популяцій рослин [4].

Величина індексу якості Q виступає узагальненою характеристикою рівня життєвості деревостанів. При цьому належність до категорії процвітаючих є відображенням переважання в їх складі сумарної частки особин класів «а» та «b» віталітету, які вирізняються високими значеннями розмірних характеристик. Навпаки, належність до категорії депресивних є свідченням переважання в деревостанах особин низького (класу «с») віталітету, яким притаманні знижені величини більшості розмірних характеристик та уповільнений ріст.

Ефективним засобом з'ясування особливостей та закономірностей дії екологічних чинників на стан популяцій рослин, в тому числі і на їх віталітетну структуру, є градієнтний аналіз [5]. На основі його використання досліджено вплив на віталітетні параметри деревостанів *B. pendula* вологості ґрунтів, їхньої трофності та зімкнутості верхніх ярусів лісу. Визначення ступенів градієнтів зазначених екологічних чинників здійснювали з урахуванням лісотипологічних підходів П.С. Погребняка [8], В.М. Сукачова [10, 11] та результатів власних спостережень. При цьому визначальною була така точка зору: лісові місцезростання, що репрезентують ступені градієнта певного чинника, повинні чітко відрізнятись за його характеристиками, однак бути максимально подібними за комплексом інших еколого-ценотичних ознак.

### Результати та їх обговорення

Інформацію про віталітетну структуру деревостанів *B. pendula* за різними групами асоціацій наведено в таблиці 1. Встановлено, що найбільш різноманітною вона є у фітоценозах групи асоціацій *Pineta franguloso – vacciniosa*. Тут деревостани *B. pendula* характеризуються значеннями індексу якості Q в межах 0,16 – 0,50, що відповідає всім трьом якісним градаціям: від депресивного до процвітаючого рівня.

Таблиця 1

**Віталітетна структура деревостанів *Betula pendula* в фітоценозах різних груп асоціацій Новгород-Сіверського Полісся**

№	Фітоценози	Частка особин різних класів віталітету			Індекс якості Q
		a	b	c	
1	2	3	4	5	6
1	<i>Pineta hylocomiosa</i>	0 - 0,20	0 - 0,36	0,44 - 1,0	0 - 0,28
2	<i>Pineta franguloso – vacciniosa</i>	0,12 - 1,0	0 - 0,20	0 - 0,68	0,16 - 0,50
3	<i>Pineta vacciniosa</i>	0,33 - 0,35	0,41 - 0,45	0,22 - 0,24	0,38 - 0,39
4	<i>Pineta sphagnosa</i>	0,11 - 0,25	0,11 - 0,39	0,36 - 0,78	0,11 - 0,32
5	<i>Querceto – Pineta vacciniosa</i>	0,93 - 1,0	0 - 0,03	0 - 0,04	0,48 - 0,50
6	<i>Betuleto – Pineta vacciniosa</i>	0 - 0,01	0 - 0,01	0,98 - 1,0	0 - 0,01
7	<i>Querceta convallariosa</i>	0,84 - 0,91	0,05 - 0,08	0,04 - 0,08	0,46 - 0,48
8	<i>Betuleta vacciniosa</i>	0,62 - 0,68	0 - 0,02	0,32 - 0,36	0,32 - 0,34
9	<i>Betuleta stellariosa</i>	0,96 - 1,0	0 - 0,02	0 - 0,02	0,49 - 0,50
10	<i>Betuleta caricosa</i>	0,54 - 0,60	0,22 - 0,26	0,18 - 0,20	0,40 - 0,41

У фітоценозах груп асоціацій *Pineta hylocomiosa*, *Pineta sphagnosa*, *Betuleta vacciniosa* параметри деревостанів *B. pendula* відповідають двом якісним типам. Зокрема, в *Pineta hylocomiosa* (Q = 0 – 0,28) та *Pineta sphagnosa* (Q = 0,11 – 0,32) вони є депресивними та врівноваженими, а в *Betuleta vacciniosa* (Q = 0,32 – 0,34) – врівноваженими та процвітаючими.

У фітоценозах більшості груп асоціацій віталітетні характеристики *B. pendula* відповідають лише одному якісному типу. При цьому в фітоценозах *Betuleto – Pineta vacciniosa* деревостани *B. pendula* є депресивними (Q = 0,0 – 0,01) і на 98 – 100% сформованими з особин найнижчого (класу «с») рівня віталітету. В лісах груп асоціацій *Pineta vacciniosa* (Q = 0,38 – 0,39), *Betuleta caricosa* (Q = 0,40 – 0,41), *Querceta convallariosa* (Q = 0,46 – 0,48), *Querceto – Pineta vacciniosa* та *Betuleta stellariosa* (Q = 0,48 – 0,50) деревостани *B. pendula* є процвітаючими. В їх складі сумарна частка рослин високого (клас «а») та проміжного (клас «б») рівня віталітету становить 76 – 100%.

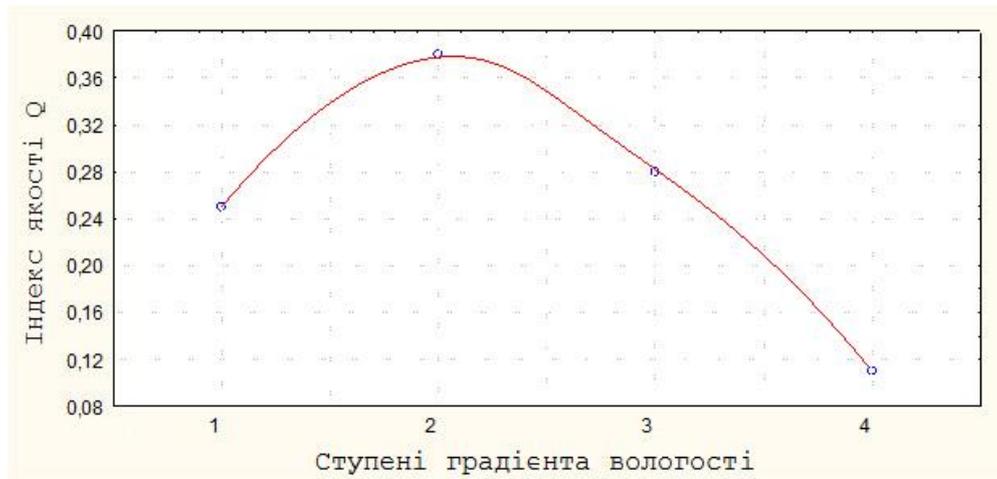
Незважаючи на наявні суттєві відмінності у структурі деревостанів *B. pendula* з фітоценозів різних груп асоціацій, результати віталітетного аналізу чітко засвідчили факт успішного росту і розвитку особин даного виду в складі чистих березових лісів. В них значення індексу якості Q сягають 0,32 – 0,50, а частка особин класу «а» віталітету становить 54 – 100%. Формування деревостанів *B. pendula*, характеристики яких відповідають статусу процвітаючих популяцій, має місце також у лісах формацій *Querceta roboris*, *Querceto – Pineta* та рідше – *Pineta sylvestris*. Зазначені факти вказують на залежність віталітетних параметрів досліджуваного виду від еколого-ценотичних умов місцезростань і необхідність більш детального аналізу впливу екологічних чинників на віталітетні ознаки *B. pendula*.

Вивчення дії зімкнутості ярусу деревостану здійснено на градієнті, ступені якого репрезентували фітоценози групи асоціацій *Pineta hylocomiosa* із зімкнутістю від 0,4 до 0,7. Встановлено, що на фоні зростання зазначених величин у деревостанів *B. pendula* має місце поступове зменшення значень індексу якості Q та, відповідно, збільшення в їх складі рослин низького рівня віталітету.

Вплив чинника трофності ґрунту на віталітет *B. pendula* досліджували на градієнті, ступені якого репрезентували фітоценози груп асоціацій *Betuleto-Pineta vacciniosa* та *Querceta convallariosa*. Доведено, що при підвищенні родючості ґрунтів у

складі деревостанів *B. pendula* має місце зростання частки особин найвищих класів віталітету («а» та «б») і, відповідно, збільшення величин індексу якості.

Ступені градієнта вологості ґрунту репрезентували фітоценози таких груп асоціацій: *Pineta hylocomiosa*, *Pineta vacciniosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa* та *Pineta sphagnosa*. Результати засвідчили, що перезволожені місцезростання є несприятливими для формування деревостанів *B. pendula* (рис. 1).



**Рис. 1.** Зміна значень індексу якості деревостанів *Betula pendula* за градієнтом вологості ґрунту. Фітоценози груп асоціацій, що репрезентують ступені градієнта вологості: 1. *Pineta hylocomiosa*, 2. *Pineta vacciniosa*, 3. *Pineta franguloso – vacciniosa*, 4. *Pineta sphagnosa*

### Висновки

Віталітетний аналіз, який на даний час переважно використовувався для оцінки стану трав'янистих рослин, виявляється інформативним при дослідженні дерев, в тому числі і *B. pendula*. Встановлено, що деревостанам *B. pendula* з різних фітоценозів притаманні свої специфічні віталітетні параметри (рівень віталітету особин, частка рослин різних класів («а», «б», «с»), значення індексу якості Q та відповідність певному якісному типу). Зростання рівня віталітету особин *B. pendula* та поліпшення віталітетної структури їхніх деревостанів відбувається на фоні зменшення зімкнутості верхніх ярусів лісу та збільшення рівня трофності ґрунту. Сприятливими для формування високоякісних деревостанів *B. pendula* є місцезростання, що мають достатню, однак не надлишкову вологість ґрунту, а з числа фітоценозів – ті, в яких *B. pendula* має статус домінанта. Вважаємо, що останній факт є закономірним наслідком реалізації видом реактивного (експлерентного) типу популяційної поведінки. Свідченням того, що *B. pendula* має здатність успішно поширюватися, рости та розвиватися на ділянках, що звільняються після загибелі (відмирання) особин більш конкурентноспроможних видів, є і формування нею високоякісних деревостанів (з індексом якості  $Q > 0,333$ ) у складі лісів з домінуванням *Pinus sylvestris* L. та (або) *Quercus robur* L. Ефективну реалізацію березою повислою експлерентних властивостей на сучасному етапі забезпечує суттєва антропогенна трансформація та господарське втручання в ліси Новгород-Сіверського Полісся, внаслідок якого кількість і площа територій, сприятливих для поширення *B. pendula* й досягнення її особинами високого рівня віталітету, суттєво збільшується.

### Список літератури

1. Географічна енциклопедія України : в 3 т. / [відп. ред. О. М. Маринич]. – К.: «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1989 – 1993. – Т. 2. – 1990. – 479 с.
2. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю. А. Злобин. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.
3. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 263 с.
4. Злобин Ю. А. Компьютерные программы для анализа популяций растений / Ю. А. Злобин // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». – 2012. – Вип. 2 (23). – С. 3-6.
5. Злобин Ю. А. Концепция континуума и градиентный анализ на уровне особей и популяций растений / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, Т. И. Мельник // Журнал общей биологии. – 1996. – Т. 57, № 6. – С. 684-694.
6. Лукаш О. В. Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження, конспект / О.В. Лукаш. – К., 2008. – 435 с.
7. Панченко С. М. Рослинність Старогутського лісового масиву / С. М. Панченко // Укр. ботан. журн. – 2001. – Т. 58, № 6. – С. 684-693.
8. Погребняк П. С. Основы лесной типологии / П. С. Погребняк. – К.: Изд-во АН Украинской ССР, 1955. – 455 с.
9. Рослинність УРСР. Ліси України / [відп. ред. Є. М. Бродіс]. – К.: Наукова думка, 1971. – 460 с.
10. Сукачев В. Н. Типы лесов и типы лесорастительных условий / В. Н. Сукачев. – М.: Гослестехиздат, 1945. – 37 с.
11. Сукачев В. Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С. В. Зонн. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 143 с.
12. Черноус О. П. Лісова рослинність Шосткинського геоботанічного району (Сумська область) / О. П. Черноус // Укр. ботан. журн. – 2006. – Т. 63, № 3. – С. 401-409.

Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.

V.G. SKLIAR, *Ph.D. in Biology*

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### **VITALITY STRUCTURE OF *BETULA PENDULA* TREE STANDS IN THE FORESTS OF NOVGOROD-SIVERS'K POLISSIA**

The information about the vitality structure of *Betula pendula* tree stands in the forests of Novgorod-Sivers'k Polissia has been presented. Interconnection between vitality characteristics of *Betula pendula* tree stands and ecological conditions of their habitats has been disclosed.

В.Г. СКЛЯР, *кандидат біологічних наук*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

### **ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ДЕРЕВОСТАНІВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ В ЛІСАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

Надано інформацію про віталітетну структуру деревостанів берези повислої в лісових фітоценозах, типових для Новгород-Сіверського Полісся. Розкрито

взаємозв'язок між віталітетними характеристиками деревостанів даного виду та еколого-ценотичними ознаками місцезростань.

В.Г. СКЛЯР, кандидат биологических наук

Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

## ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ЛЕСАХ НОВГОРОД-СЕВЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Приведена информация о виталитетной структуре древостоев березы повислой в лесных фитоценозах, типичных для Новгород-Северского Полесья. Раскрыта взаимосвязь между виталитетными характеристиками древостоев данного вида и эколого-ценотическими условиями местообитаний.

## РАСТЕНИВОДСТВО

УДК 633.252:582.657.2: 631.5

В.Г. ЦЫЦЕЙ<sup>1</sup>, доктор биологических наук; А.С. ТЕЛЕУЦЭ<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук; С.И. КОШМАН<sup>2</sup>, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук; В.Д. КОШМАН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический сад (Институт) АНМ, г. Кишинэу, Республика Молдова

<sup>2</sup>Институт Биотехнологий в Зоотехнии и Ветеринарной Медицине МСХ и ПП, с. Максимовка, Республика Молдова

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА ГРЕЧИХИ САХАЛИНСКОЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

*В условиях Республики Молдова выявлены биологические особенности и определена продуктивность, химический состав и питательная ценность зеленой массы и силоса в зависимости от периода уборки гречихи сахалинской.*

**Ключевые слов:** *гречиха сахалинская, Polygonum sachalinense, зеленая масса, силос, продуктивность, химический состав, питательная ценность корма.*

### Введение

Рост цен на энергоносители, жесткая рыночная конкуренция, природные катаклизмы требуют обоснованных подходов развития агропромышленного комплекса Республики Молдова в новых экономических условиях с целью обеспечения продовольственной независимости и повышения уровня жизни населения страны. В кормлении животных особое значение имеют зеленые корма, получаемые из многолетних кормовых трав, на основе которых создается основная и наиболее дешевая продукция, а диапазон их поступления максимально расширен, т.е. с ранней весны и до поздней осени. Особую роль в этом может сыграть интродукция новых высокобелковых, со стабильной продуктивностью растений из местной флоры и других регионов мира, которые могут быть хорошим подспорьем в обеспечении животноводства кормами, богатыми протеином, витаминами и минеральными элементами. Однако рациональное освоение этих кормовых растительных ресурсов возможно только при знании их биологических особенностей, продуктивности, химического состава и питательной ценности кормов, что позволит правильно организовать заготовку, хранение и кормление сельскохозяйственных животных [4, 8, 9].

В результате многолетних исследований по мобилизации и акклиматизации растительных ресурсов в Ботаническом Саду (Институте) Академии Наук Молдовы создана коллекция кормовых растений, включающая более 250 видов и сортов из различных регионов мира, выявлены биологические особенности и определена продуктивность, химический состав и питательная ценность кормов, разработаны агротехнические элементы их возделывания, выведены формы и сорта кормовых культур, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям [11].

Среди новых перспективных видов кормовых растений для Республики Молдова особый интерес представляет гречиха сахалинская, *Polygonum sachalinense* (*Fallopia sachalinensis*, *Reynoutria sachalinensis*) Fr. Schmidt, которая исследуется в коллекции кормовых растений Ботанического Сада на протяжении более четверти века. Гречиха сахалинская или горец сахалинский – это крупнотравное, многолетнее, корневищное растение, дико произрастает в России на юге Сахалина, Курильских островах, а также в Японии и КНР. Исследования с целью широкого внедрения этой культуры в сельскохозяйственное производство ведутся во многих высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях [5, 6, 9]. Исследованиями научных сотрудников НИИ биотехнологии Горского ГАУ установлено, что средняя ежегодная урожайность зеленой массы гречихи сахалинской в агроклиматических условиях Северной Осетии составляет 1300-1500 ц/га при высоком содержании в зеленой массе белка, безазотистых экстрактивных веществ, жиров и биологических активных веществ, в том числе и усвояемых сахаров, что послужило предпосылкой для ее исследования и использования в качестве сырья для приготовления силоса, а также питательной среды с целью биосинтеза микробного белка и использования его в рационах для кормления птиц [4, 5, 7, 8].

Цель работы: исследовать продуктивность новой культуры гречихи сахалинской, ее химический состав, питательность зеленой массы и силоса в условиях Республики Молдова.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом для исследования послужили растения гречихи сахалинской *Polygonum sachalinense* сорта Gigant, выведенного в Ботаническом Саду (Институте) Академии Наук Молдовы и внесенного в Государственный регистр районированных сортов Республики Молдова. Опыты были заложены в Ботаническом Саду на типичном, среднегумусном, среднемощном, тяжелосуглинистом черноземе экспериментального участка. Закладка полевых опытов и научные исследования были проведены согласно методическими указаниям, принятым в лаборатории растительных ресурсов [1, 2, 3]. Повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое, учетная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>. Варианты опыта с различными сроками проведения первого укоса – 16 мая (ранний период) и 5 июня (поздний период). Второй укос на этих делянках провели через 50 дней после первого укоса, а третий укос – 3 октября, до наступления осенних заморозков. Закладка силоса и зоотехнические анализы проведены согласно техническим условиям [10] в Институте Биотехнологий в Зоотехнии и Ветеринарной Медицины Министерства сельского хозяйства и пищевой промышленности Республики Молдова.

#### **Результаты и обсуждение**

В ходе проведенных исследований по интродукции гречихи сахалинской мы особое внимание обратили на биологические особенности роста и развития, так как они наиболее тесно коррелируют с динамикой накопления урожая и его полноценностью для животных.

Результаты научных исследований указывают на то, что на 20-й день от начала вегетации гречиха сахалинская в условиях Республики Молдова благодаря раннему

началу вегетации и интенсивности роста на побегах формирует 7-8 листьев, и высота растений превышает 0,5-0,7 м, а к середине мая высота растений более 1,8 м, развиты 15-17 листьев при диаметре побегов в нижней части 2,3 см, что позволяет приступать к уборке зеленой массы. Согласно полученным данным (таблица 1), проведение первого укоса в этот ранний период, в середине мая, позволяет собрать 54 т/га зеленой массы, а удельный вес листьев в убранный массе превышает 48%. Содержание сухого вещества в убранный массе составляет 9,2 т/га. В этот период в растительном сырье гречихи сахалинской (таблица 2), в пересчете на сухое вещество, содержится: протеина – 22,44%, липидов – 4,66%, клетчатки – 26,2%, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 38,90 %, золы – 7,80%, каротина – 392,48 мг/кг. Питательность корма составляет 0,90 кормовых единиц при 9,35 МДж обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества. Обеспеченность переваримым протеином – 152 г на кормовую единицу. Валовой сбор переваримого протеина в этот период достигает 1260 кг/га.

Таким образом, можно отметить, что гречиха сахалинская, отличаясь ранним началом вегетации, формирует значительный урожай зеленой массы, в то время как такие традиционные кормовые культуры как люцерна, эспарцет еще только вступают в период интенсивного роста, а другие, такие как кукуруза и суданская трава, еще находятся в фазе всходов.

Проведение первого укоса в более поздний период, в июне, когда у растений развиты 24-26 узлов, а на них 18 жизнеспособных листьев, когда стебель в нижней части имеет диаметр 2,8-3,2 см и высота растений превышает 3,8 м, показывает, что урожай зеленой массы в этот период превышает 76,0 т/га, а содержание сухого вещества – 16,4 т/га. Было отмечено также снижение удельного веса листьев в убранный массе до 37% по причине отмирания и опадения 6-8 нижних листьев. Зеленая масса гречихи сахалинской содержала 21,57% сухих веществ. Химический состав сухих веществ зеленой массы такой: протеин – 16,00%, липиды – 3,80%, клетчатка – 27,87%, безазотистых экстрактивных веществ – 45,25%, зола – 7,08%, каротина – 295,96 мг/кг. Питательность корма в этот период составляет 0,90 кормовых единиц при 9,28 МДж обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества. Обеспеченность переваримым протеином – 110 г на кормовую единицу. Валовой сбор переваримого протеина в этот период достигает 1622 кг/га.

Важной биологической особенностью гречихи сахалинской является быстрое отрастание после проведения укосов. Побеги развиваются из пазушных почек нижних листьев скошенных стеблей, а также из спящих почек корневищ и отпрысков. Отрастающие побеги имеют меньший диаметр, они более упругие, листья толстые и плотные, а содержание сухого вещества в убранный массе выше. Проведение второго укоса в начале июля показало, что когда высота растений достигает 2,1 м и на побегах развиты 12-16 узлов с листьями, урожай зеленой массы составил 32 т/га или 8 т/га сухого вещества при 50% облиственности убранный массы. В этот период в растительном сырье гречихи сахалинской, в пересчете на сухое вещество, содержится: протеина – 14,43%, липидов – 2,77%, клетчатки – 33,66%, БЭВ – 41,03%, золы – 8,11%, каротина – 228,8 мг/кг. Обеспеченность корма переваримым протеином ниже и составляет лишь 102 г на кормовую единицу.

На делянках, где первый укос проведен в более поздний период, темп роста и развития отрастающих побегов был слабее, среднесуточный прирост растений составил 2,7 см и к моменту проведения второго укоса растения достигли высоты 138 см, а урожай зеленой массы составил 26,0 т/га или 5,0 т/га сухого вещества, но содержание листьев в убранный массе было более высоким и составило 62%. Зеленая масса гречихи сахалинской содержала 19,23% сухих веществ. Химический состав сухих веществ зеленой массы: протеин – 12,27%, липиды – 3,48%, клетчатка – 23,37%, БЭВ – 53,00%, зола – 7,88%. Обеспеченность корма переваримым протеином составляет лишь 81 г на кормовую единицу.

Третий укос, проведенный в начале октября, выявил, что в этот период во всех вариантах содержание сухих веществ довольно высокое. Самый высокий среднесуточный темп накопления надземной биомассы за этот период отмечен у растений гречихи сахалинской в варианте с ранним сроком проведения первого укоса – около 320 кг/га зеленой массы, тогда как в варианте с поздним сроком – всего лишь 170 кг/га зеленой массы.

Валовой сбор зеленой массы гречихи сахалинской в наших опытах составил 114-115 т/га или 25,0-25,9 т/га сухого вещества.

Стратегия рационального кормопроизводства состоит в том, чтобы собранный зеленый корм был сбалансирован по большинству показателей, а диапазон поступления и использования его животными максимально расширен. Зеленая масса гречихи сахалинской хорошо силосуется без применения консервантов [4, 7, 9].

По органолептическим показателям силос, полученный нами из зеленой массы гречихи сахалинской раннего первого укоса, имел зелено-желтый цвет, приятный запах квашенных овощей, структура растений сохранилась. Химический и биохимический состав этого силоса указывают на то, что содержание в сухом веществе протеина варьировало в пределах 16,56-18,75%, а концентрация каротина была достаточно высокой – 140,2-200,85 мг/кг и уменьшалась от верхнего к нижнему слою силосной емкости. В сухом веществе силоса содержалось 1,81% органических кислот, масляная кислота отсутствовала, а молочная кислота занимала доминирующее положение и составила 79,0% от суммы свободных и связанных органических кислот. Недостаток этого силоса – низкое содержание сухих веществ – 13,6%.

Заготовленный силос из первого укоса позднего периода характеризовался достаточно хорошим качеством, имел приятный аромат, оливково-сероватый цвет, отлично сохранившуюся консистенцию. Установлено, что содержание сухих веществ силоса выше и составляет 26,09%. Сухое вещество силоса содержит: протеин – 11,15%, липиды – 2,82%, клетчатка – 35,06%, БЭВ – 43,96%, зола – 7,01%, органические кислоты – 0,84%. В силосе масляная кислота не обнаружена, а молочная преобладала и составила 72,3% от суммы органических кислот. Питательность силоса в этот период составляет 0,23 кормовых единиц и 2,59 МДж обменной энергии в 1кг натурального корма. Обеспеченность переваримым протеином – 110 г на кормовую единицу. Наши результаты согласуется с данными, полученными в условиях Северной Осетии [7, 8].

Таблица 1

**Биологические особенности и продуктивность  
растений гречихи сахалинской в условиях Республики Молдова**

Первый укос					Второй укос					Третий укос					Годовой урожай, т/га	
Сроки проведения	Высота растений, см	Содержание листьев, %	Урожай, т/га		Сроки проведения	Высота растений, см	Содержание листьев, %	Урожай, т/га		Сроки проведения	Высота растений, см	Содержание листьев, %	Урожай, т/га			
			Зеленой массы	Сухого вещества				Зеленой массы	Сухого вещества				Зеленой массы	Сухого вещества		
16 мая	180	48	54,0	9,2	5 июля	210	50	32,0	8,0	3 октября	165	60	29,0	8,7	115,0	25,9
6 июня	359	37	76,0	16,4	25 июля	138	62	26,0	5,0	3 октября	115	60	12,0	3,6	114,0	25,0

Таблица 2

**Биохимический состав и кормовые достоинства зеленой массы гречихи сахалинской  
(перерасчет на сухое вещество)**

Сроки проведения	Сухое вещество, %	Протеин, %	Липиды, %	Клетчатка, %	Зола, %	БЭВ, %	Содержание в 1 кг корма			
							Кормовых единиц	Обменной энергии, МДж	Переваримый протеин, г	Каротин, мг
Первый укос 16 мая	13,26	22,44	4,66	26,20	7,80	38,90	0,90	9,35	137	392,50
Первый укос 6 июня	21,57	16,00	3,80	27,87	7,08	45,25	0,90	9,28	98	295,96
Второй укос 5 июля	25,00	14,43	2,77	33,66	8,11	41,03	0,86	8,83	88	228,80
Второй укос 25 июля	19,23	12,27	3,48	23,37	7,88	53,00	0,93	9,44	75	225,70

### Выводы

1. Гречиха сахалинская, отличаясь ранним началом вегетации, формирует значительный урожай зеленой массы с высоким содержанием протеина и каротина, в то время когда традиционные многолетние высокобелковые кормовые культуры еще только вступают в период интенсивного роста, а кукуруза находится в фазе всходов. Быстрое отрастание после проведения укосов обеспечивает ритмичное поступление зеленых кормов до поздней осени.
2. Валовой сбор зеленой массы гречихи сахалинской составил 115 т/га или 25,9 т/га сухого вещества.
3. Содержание протеина в сухом веществе 12,27% - 22,44% в зависимости от периода уборки.
4. Для приготовления силоса целесообразно использовать зеленую массу поздних периодов уборки. Питательность силоса в этот период составляет 0,23 кормовых единиц и 2,59 МДж обменной энергии в 1 кг натурального корма. Обеспеченность переваримым протеином – 110 г на кормовую единицу.

### Список литературы

1. Изучение коллекции многолетних кормовых растений: методические указания / [А. И. Иванов, А. В. Бухтеева, З. П. Шутова] – Л.: ВИР, 1985. – 48 с.
2. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / [Ю. К. Новоселова, В. Н. Киреева, Г. Г. Кутузова и др.] ; под ред. Ю.К. Новоселова.– М.: ВНИИК, 1983. – 197 с.
3. Методы биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.]; под ред. А.И. Ермакова – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
4. Мугниева Л. А. Эффективность использования кормов из горца сахалинского в кормлении овец: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: спец. 06.02.02. «Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов»/ Л. А. Мугниева – Владикавказ, 2000. – 23 с.
5. Научно-исследовательский институт биотехнологии Горского государственного аграрного университета. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.gorskigau.ru/podrazdel/nii\\_bio.html](http://www.gorskigau.ru/podrazdel/nii_bio.html)
6. Филатова Л. А. Горец сахалинский и его физиолого-биохимические особенности / Л.А.Филатова, Н.А.Зорина, А.В. Якимова // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 2. – С. 54-55.
7. Тохтиева Л. Х. Эффективность интродукции представителей флоры острова Сахалин в РСО-Алания на примере горца сахалинского (*Polygonum sachalinense* F. Schmidt): автореф. дис. ...канд. биол. наук: спец. 03.00.32 «Биологические ресурсы»/ Л. Х Тохтиева – Владикавказ, 2006. – 25 с.
8. Цугкиева В. Б. Научное обоснование и практическое использование методов интенсификации кормопроизводства и повышения качества производимых кормов в условиях РСО-Алания. автореф. дис. ... доктора биол. наук: спец. 06.02.02. «Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов»/ В. Б. Цугкиева – Владикавказ, 2008. – 40 с.
9. Утеуш Ю. А. Новые перспективные кормовые культуры / Ю. А. Утеуш. – К.: Наукова думка, 1991. – 192 с.
10. SM 108:1995 "Siloz din plante verzi"/ [S. Cosman, M. Bahcivanji, N. Molosniuc] – Chisinau, 1996. – 10 p.
11. Teleută A. Introducerea si studierea plantelor furajere netraditionale: realizări si perspective / A. Teleută //Materialele Simpozionului Științific Internațional “Conservarea diversității plantelor”. – Chișinău, 2010. – P. 425-432.

Статья поступила в редакцию 06.03.2013 г.

V. GH. TITEI<sup>1</sup>, *Ph.D. in Biology*; A.S. TELEUTA<sup>1</sup>, *Ph.D. in Agriculture*;  
S.I. COSMAN<sup>2</sup>, *Dr.Sci. in Agriculture*; V.D. COSMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Botanical Garden (Institute) of the ASM, Chisinau, the Republic of Moldova

<sup>2</sup>Institute of Biotechnology in Animal Husbandry and Veterinary Medicine MAFI, Maksimovka, the Republic of Moldova

## PRODUCTIVITY AND FEEDING VALUE OF GIANT KNOTWEED IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Results of introduction of Giant knotweed, *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt, productivity, chemical composition and feeding value of green mass and the silage in the Republic of Moldova have been given in the article. The output of Giant knotweed green mass was 115 t/ha or 25,9 t/ha of the dry matter. The content of crude protein in the dry matter was 12,27%-22,44% depending on the harvesting period of Giant knotweed.

В.Г. ЦИЦЕЙ<sup>1</sup>, *доктор біологічних наук*; А.С. ТЕЛЕУЦЕ<sup>1</sup>, *доктор сільськогосподарських наук*; С.І. КОШМАН<sup>2</sup>, *доктор хабілітат сільськогосподарських наук*;  
В.Д. КОШМАН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанічний сад (Інститут) АНМ, м. Кишинів, Республіка Молдова

<sup>2</sup>Інститут біотехнологій в зоотехнії і ветеринарній медицині МСГ і ХП, с. Максимівка, Республіка Молдова

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА КОРМОВІ ДОСТОЙНСТВА ГРЕЧКИ САХАЛІНСЬКОЇ В УМОВАХ РЕСПУБЛІКИ МОЛДОВА

У статті наведені результати досліджень з інтродукції гречки сахалінської *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt, її продуктивність, хімічний склад і поживність зеленої маси та силосу в умовах Республіки Молдова. Валовий збір зеленої маси гречки сахалінської склав 115 т/га, або 25,9 т/га сухої речовини. Вміст сирого протеїну в сухій речовині становив 12,27-22,44% залежно від періоду збирання.

В.Г. ЦИЦЕЙ<sup>1</sup>, *доктор биологических наук*; А.С. ТЕЛЕУЦЭ<sup>1</sup>, *доктор сельскохозяйственных наук*; С.И. КОШМАН<sup>2</sup>, *доктор хабилитат сельскохозяйственных наук*; В.Д. КОШМАН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический сад (Институт) АНМ, г. Кишинёв, Республика Молдова

<sup>2</sup>Институт биотехнологий в зоотехнии и ветеринарной медицине МСХ и ПП, с. Максимовка, Республика Молдова

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВО ГРЕЧИХИ САХАЛИНСКОЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

В статье приведены результаты исследований по интродукции гречихи сахалинской *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt, ее продуктивность, химический состав и питательность зеленой массы и силоса в условиях Республики Молдова. Валовой сбор зеленой массы гречихи сахалинской составил 115 т/га или 25,9 т/га сухого вещества. Содержание сырого протеина в сухом веществе составило 12,27%-22,44% в зависимости от периода уборки.

## УДК 634.25.13

А.В. СМЫКОВ, доктор сельскохозяйственных наук; А.А. РИХТЕР, кандидат биологических наук; О.С. ФЕДОРОВА; Т.В. ШИШОВА, кандидат сельскохозяйственных наук; Ю.А. ИВАЩЕНКО  
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ПЕРСИКА

*Статья посвящена изучению химического состава плодов у новых гибридных форм персика. Все формы были распределены в группы по срокам созревания плодов с соответствующими контрольными сортами. Всего было выделено 68 форм с повышенным содержанием в плодах отдельных веществ. По комплексному содержанию биологически активных веществ отобрано 22 формы. Большинство отмеченных форм принадлежало к северокитайской эколого-географической группе (68,2%).*

**Ключевые слова:** персик, гибриды, биологически активные вещества, селекция, эколого-географические группы.

## Введение

Важнейшим критерием высоких товарных качеств плодов является значительное содержание в них биологически ценных веществ, которые обуславливают не только вкусовые особенности, но и лечебно-профилактическое и питательное воздействие.

Плоды персика содержат большое количество различных веществ: сахаров (сахароза, фруктоза, глюкоза), кислот (яблочная, лимонная, аскорбиновая и др.), пектина, клетчатки, минеральных солей, микроэлементов, каротина, витаминов группы В, Р-активных веществ, которые оказывают лечебно-профилактическое воздействие на организм человека. Плоды персика рекомендуются при заболевании сердечно-сосудистой системы, почек, печени и желчного пузыря. Из семян персика получают высококачественное масло для косметической промышленности [4].

В результате многолетних исследований в НБС – ННЦ было выявлено, что в плодах различных сортов содержание сухих веществ составляет 10,4-18,9%, моносахаров – 1,6-4,7, суммы сахаров – 7,0-14,5, титруемых органических кислот – 0,35-0,95%, водорастворимого пектина – 0,17-1,83, протопектина – 0,21-0,88 и их суммы – 0,56-1,32% от сырой массы мякоти плода. Содержание аскорбиновой кислоты варьирует от 5,6 до 19, а лейкоантоцианов – от 32 до 448 мг/100 г сырого вещества [3].

На вкусовые качества плодов положительно влияет гармоничное соотношение в плодах сахаров и кислот, невысокое содержание протопектина и лейкоантоцианов. Поэтому одной из основных проблем селекции персика на высокие товарные качества плодов является выведение сортов, сочетающих оптимальное содержание в плодах биологически активных веществ и хорошие вкусовые достоинства.

Целью исследований являлось выведение новых форм и сортов персика с высоким содержанием в плодах биологически активных веществ с сохранением их гармоничных вкусовых качеств.

## Объекты и методы исследований

В проведенных исследованиях изучали химический состав плодов у 54 гибридных форм персика в коллекции НБС – ННЦ по следующим показателям: сухое

вещество, сумма сахаров, аскорбиновая кислота, лейкоантоцианы, антоцианы, пектиновые вещества в соответствии с общепринятыми методами [2] и методическими рекомендациями, разработанными в отделе биохимии НБС [1]. Растения были распределены в группы по срокам созревания плодов с соответствующими контрольными сортами.

### Результаты и обсуждение

В группе с ранним сроком созревания плодов (1-2 декада июля) по повышенному содержанию сухих веществ отмечены две формы: Ветеран × Кардинал 81-811 (16,1%) и Память Об Отце св. оп. (16,1%), у контрольного сорта Пушистый Ранний (13,0%); по сумме сахаров – Ветеран × Кардинал 81-811 (14,3%), в контроле (10,3%) (табл.)

Очень ценным биологически активным веществом является аскорбиновая кислота, которая играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах обмена веществ человека. По этому показателю раннеспелые формы уступали контрольному сорту Пушистый Ранний (2,7-11,5 мг/100 г), у которого ее содержание было очень высоким (15 мг/100 г).

По повышенному содержанию титруемых кислот отмечали три формы: Ветеран × Кардинал 81-1012 (0,9%), Память Об Отце св. оп. (1,0%), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст. 1/4 (0,9%), в контроле (0,4%).

Лейкоантоцианы относятся к группе полифенольных Р-активных веществ и их высокое содержание в плодах является желательным признаком. По этому показателю отмечено большинство форм: Редхавен × Сочный 80-343 (217,3 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 80-1012 (208,0 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 81-803 (212,0 мг/100 г), № 254 (234,4 мг/100 г), Память Об Отце св. оп. (216,0 мг/100 г), № 241 (220,0 мг/100 г), Мирянин × Невеста 83-912 (208,0 мг/100 г), № 259 (264,0 мг/100 г), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст. 1/4 (416,0 мг/100 г), в контроле (156,0 мг/100 г). Повышенное содержание антоцианов в плодах отмечали у следующих форм: Ветеран × Кардинал 81-811 (25 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 81-811 (50,0 мг/100 г), Валиант × Фаворита Мореттини 80-348 (44,0 мг/100 г), Мирянин × Невеста 83-900 (50,0 мг/100 г), в контроле (39,0 мг/100 г).

По наибольшему количеству пектиновых веществ выделены две формы: Ветеран × Кардинал 81-803 (1,1%) и Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст 1/4 (1,2%), у контрольного сорта Пушистый Ранний (0,8%).

По комплексу химических показателей плодов отмечено 9 форм: Редхавен × Сочный 80-343, Ветеран × Кардинал 81-1012, Ветеран × Кардинал 81-803, № 254, Память Об Отце св. оп., № 241, Мирянин × Невеста 83-912, № 259, Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст 1/4. (рис. 1-3).

В группе сортов раннесреднего срока созревания (3 декада июля) с высоким содержанием сухих веществ выделено девять форм: Ветеран × Кардинал 81-855а (16,3%), Валиант × Фаворита Мореттини 80-347 (15,5%), Валиант × Фаворита Мореттини 80-384 (16,1%), Валиант × Фаворита Мореттини 80-354 (16,5%), Золото Мегр × Мелкоцветный 60-113 (16,3%), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 4 III 13/57 (17,0%), Ветеран × Кардинал (17,7%), Ветеран × Сочный 81-194 (15,6%), Старт св.оп. (16,6%), у контрольного сорта Крымский Фейерверк (11,3%);

с повышенным содержанием сахаров – два гибрида: Ветеран × Кардинал 80-711 (11,6%), Ветеран × Кардинал 81-1008 (12,7%), в контроле (8,9%); аскорбиновой кислоты – форма Ветеран × Кардинал 81-1008 (14,8 мг/100 г), в контроле (11,1 мг/100 г);

свободных титруемых кислот – четыре: Валиант × Фаворита Мореттини 80-354 (0,9%), Золото Мегр × Мелкоцветный 60-113 (0,9%), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст 3/9 (1,0%), Старт св. оп. (0,9%), в контроле (0,4%);

лейкоантоцианов – 19: Успех × Арп 65-223 (117 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 80-711 (128,0 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 81-855а (311,0 мг/100 г), Валиант × Фаворита Мореттини 80-347 (206,0 мг/100 г), Златогор × Успар 1 80-395 (128,0 мг/100 г), Ветеран × Кардинал 81-801 (112,0 мг/100 г), Валиант × Фаворита Мореттини 80-384 (156,0 мг/100 г), Валиант × Фаворита Мореттини 80-354 (232,0 мг/100 г), Перекопский Крупный × Редхавен 81-826 (225,3 мг/100 г), Золото Мегр × Мелкоцветный 60-113 (332,0 мг/100 г), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст 3/9 (416,0 мг/100 г) и др., в контроле (54,7 мг/100 г);

антоцианов – две формы: Ветеран × Кардинал 81-801 (80,0 мг/100 г), Валиант × Фаворита Мореттини 80-354 (104,5 мг/100 г);

пектиновых веществ – четыре формы: Ветеран × Кардинал 80-711 (1,2%), Золото Мегр × Мелкоцветный 6-113 (1,2%), Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст. 3/9 (1,2%), Ветеран св. оп. (1,2%), в контроле (0,8%).



**Рис. 1. Форма персика № 254**



**Рис. 2. Форма персика Память Об Отце св. оп.**



**Рис. 3. Форма персика Редхавен х Сочный 80-343**

Таблица

Химический состав плодов гибридных форм персика, 1988-2006 гг.

№	Форма	Сухое вещество, %	Сахар		Аскорби- новая к-та, мг/100 г	Титруе- мая к-ть, %	Лейко- антоцианы, мг/100 г	Анто- цианы, мг/100г	Пектиновые вещества		
			моно	сумм а					водораст. пектин	прото- пектин	сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ранний срок созревания (1-2 декаде июля)											
1	Пушистый Ранний (контр.)	13,0	4,3	10,3	15,9	0,4	156,0	39,0	0,5	0,3	0,8
2	Валиант × Фаворита Мореттини 80-348	13,5	4,1	10,9	2,7*	0,5	44,0	44,0*	0,5	0,2	0,7
3	Валиант × Фаворита Мореттини 80-438	12,4	3,0	12,8	11,5	0,7	116,0	-	-	-	-
4	Ветеран × Кардинал 81-1012	15,0	2,8*	9,1	8,6*	0,9*	208,0*	25,0*	0,6	0,4	1,0
5	Ветеран × Кардинал 81-803	12,5	3,4	7,3	7,8*	0,5	234,0*	22,0*	0,7	0,4	1,1
6	Ветеран × Кардинал 81-811	16,1*	4,6	14,3*	4,9*	0,5	66,0	50,0	0,3	0,2	0,5
7	Мирянин × Невеста 83-900	14,5	3,2	9,3	9,1*	0,5	112,0	50,0*	0,7	0,3	1,0
8	Мирянин × Невеста 83-912	14,2	3,0*	9,2	9,8*	0,7	208,0*	17,0*	0,4	0,4	0,8
9	Память Об Отце св. оп.	16,1*	2,3*	7,4	8,5*	1,0*	216,0*	33,0	0,5	0,4	0,9
10	Редхавен × Кудесник 84-497	13,3	3,9	9,7	5,5*	0,5	118,0	25,0	0,5	0,4	0,9
11	Редхавен × Сочный 80-343	13,5	3,1	9,4	4,6*	0,4	217,3	28,0	0,5	0,5	1,0
12	Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст. 1/4	15,1	3,8	9,6	6,4*	0,9*	416,0*	22,0*	0,7	0,5	1,2*
13	№ 241	11,6	2,1*	7,6	11,2	0,4	220,0*	24,8*	0,4	0,3	0,7
14	№ 254	13,7	3,3	9,1	8,7*	0,4	234,7*	20,5*	0,4	0,3	0,7
15	№ 259	14,4	4,7	8,7	9,5*	0,5	264,0	22,0*	0,5	0,4	0,9

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раннесредний срок (3 декада июля)											
1	Крымский Фейерверк (контр.)	11,3	2,6	8,9	11,1	0,4	54,7	39,0	0,5	0,3	0,8
2	Валиант × Фаворита Мореттини 80-347	15,5*	-	-	5,1*	0,8	206,0*	27,5	-	-	-
3	Валиант × Фаворита Мореттини 80-354	16,5*	2,5	9,6	11,4	0,9*	232,0*	104,5*	0,6	0,5	1,1
4	Валиант × Фаворита Мореттини 80-384	16,1*	-	-	7,8	0,8	156,0*	22,0*	-	-	-
5	Ветеран × Кардинал 80-607	11,9	2,2	8,2	4,1*	0,4	80,0	27,5	0,5	0,3	0,8
6	Ветеран × Кардинал 80-711	13,4	3,1	11,6*	10,9	0,6	128,0*	31,0	0,7	0,5	1,2*
7	Ветеран × Кардинал 81-801	13,9	2,4	9,1	5,5*	0,4	112,0	80,0*	0,4	0,4	0,8
8	Ветеран × Кардинал 81-808	12,8	4,5	7,3	8,6	0,5	144,0	28,0	0,7	0,4	1,1
9	Ветеран × Кардинал 81-855a	16,3*	4,6*	11,0	8,4	0,5	312,0*	31,8	0,7	0,3	1,0
10	Ветеран × Кардинал 81-1008	17,7*	4,5	12,7*	14,8*	0,5	304,0*	27,5	0,4	0,4	0,8
11	Ветеран × Сочный 81-194	15,6*	3,3	10,9	8,3	0,6	128,0*	30,3	0,6	0,4	1,0
12	Ветеран св. оп.	13,5	3,3	8,8	6,4*	0,6	79,1	16,5*	0,6	0,6	1,2*
13	Златогор × Успар 1 80-395	14,3	-	-	4,1*	0,7	128,0	27,5	-	-	-
14	Золото Мегр × Мелкоцветный 60-113	16,3*	4,0	8,8	9,3	0,9*	332,0*	33,0	0,7	0,5	1,2*
15	Перекопский Крупный × Редхавен 81-826	13,5	3,2	9,2	9,4	0,4	225,3*	47,7	0,6	0,4	1,0
16	Редхавен × Кудесник 84-497	11,9	3,4	8,0	8,7	0,4	136,6*	17,0	0,4	0,4	0,8

\* Существенные различия с контролем при  $P = 0,95$

По комплексу признаков выделено 12 гибридов: Ветеран × Кардинал 80-711, Ветеран × Кардинал 81-855а, Валиант × Фаворита Мореттини 80-347, Ветеран × Кардинал 81-801, Валиант × Фаворита Мореттини 80-384, Валиант × Фаворита Мореттини 80-354, Золото Мегр × Мелкоцветный 60-113, Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13 ст 3/9, Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 4 III 13/57, Ветеран × Кардинал 81-1008, Ветеран × Сочный 81-194, Старт св. оп. (рис. 4,5).

В группе сортов с созреванием плодов в первой декаде августа (ранне-средний срок) отмечена одна форма № 619 с повышенным содержанием сухих веществ (19,7%), у контрольного сорта Советский (17,3%); с высокой концентрацией сахаров выделена форма Валиант × Фаворита Мореттини 80-44 (14,7%), у контрольного сорта Советский (9,8%); аскорбиновой кислоты – два гибрида: Подарок Крыма св. оп. (17,3 мг/100 г) и № 619 (14,3 мг/100 г), в контроле (10,1 мг/100 г). По содержанию свободных кислот у изучаемых форм существенных различий с контролем не наблюдали.



**Рис. 4. Форма персика Ветеран х Кардинал 81-855 а**



**Рис. 5. Форма персика Золото Мегр х Мелкоцветный 60-113**

У всех гибридов отмечали более низкое содержание лейкоантоцианов в плодах (92,0-416 мг/100 г), но более высокое – антоцианов (27,5-44,5 мг/100 г), чем в контроле (соответственно 486,5 и 17,0 мг/100 г).

По количеству пектинов существенных различий с контролем не наблюдали, за исключением форм Кремлевский св. оп. (0,8%) и Цзы-ян-шуй-ми-тао × Коллинс 13/49 (0,9%), у которых оно было ниже, чем в контроле (1,5%). По комплексу показателей отобрана форма № 619.

У гибридов со средним сроком созревания (2-3 августа) не отмечали формы с повышенным содержанием сухих веществ, титруемых кислот и пектинов, в сравнении с контрольным сортом Кремлевский. Высокое содержание лейкоантоцианов наблюдали у формы (Товарищ × I<sub>1</sub> 26-76) 85-197 (480,0 мг/100 г), в контроле (326 мг/100 г); сахаров (13,1%) и аскорбиновой кислоты (15,8 мг/100 г) – у гибрида Золотой Юбилей сам. 69-105, в контроле (соответственно 10,4% и 9,3 мг/100 г).

У формы Рот-Фронт св. оп. 82-319 среднего срока созревания (3 декада августа) отмечали повышенное содержание в плодах антоцианов (71,0 мг/100 г), в контроле (23,0 мг/100 г). По комплексу показателей выделен гибрид Золотой Юбилей сам. 69-105.

Таким образом, у элитных гибридов персика по комплексному высокому содержанию в плодах биологически ценных веществ было выделено 22 формы.

Большинство из них принадлежало к северокитайской эколого-географической группе (68,2%).

### Выводы

1. Среди изученных гибридов персика было выделено 68 форм с повышенным содержанием в плодах определенных биологически активных веществ.
2. По комплексному содержанию в плодах биологически активных веществ отмечено 22 формы.
3. Большинство выделенных форм принадлежало к северокитайской эколого-географической группе (68,2%).

### Список литературы

1. Кривенцов В. И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав / В. И. Кривенцов. – Ялта: ГНБС, 1982. – 21 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / [научн. ред. Г. А. Лобанов]. – Мичуринск, 1973. – 494 с.
3. Помология: в 5 т. / [ред. М. В. Андриенко]. – К.: Урожай. – 1997.– Т. 3: Абрикос, персик, алыча / Персик. Значение и особенности культуры [В. К. Смыков, А. А. Рихтер, Т. С. Елманова и др.]. – 1997. – С. 68-80.
4. Соколова С. А. Персик / С. А. Соколова, Б. В. Соколов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1987. – 325 с.

*Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.*

A.V. SMYKOV, *Dr.Sci. in Agriculture*; A.A. RICHTER, *Ph.D. in Biology*; O.S. FEDOROVA, T.V. SHISHOVA, *Ph.D. in Agriculture*; Y.A. IVASCHENKO  
Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center, Yalta, Crimea, Ukraine

### THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE FRUITS OF PEACH HYBRID FORMS

Data on the biochemical composition of fruits in elite hybrids of peach bred in NBG-NNC have been given. It has been selected 68 forms with a high content of certain substances and 22 forms with the complex of biologically active substances in fruits.

A.V. СМІКОВ, *доктор сільськогосподарських наук*; O.O. РІХТЕР, *кандидат біологічних наук*; O.C. ФЕДОРОВА; T.B. ШИШОВА, *кандидат сільськогосподарських наук*; Ю.О. ІВАЩЕНКО

Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр, м. Ялта, АР Крим, Україна

### ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ГІБРИДНИХ ФОРМ ПЕРСИКА

Наведено дані про біохімічний склад плодів у елітних гібридних форм персика селекції НБС – ННЦ. Виділено 68 форм з підвищеним вмістом окремих речовин та 22 форми з комплексом біологічно активних речовин у плодах.

А.В. СМЫКОВ, доктор сельскохозяйственных наук; А.А. РИХТЕР, кандидат биологических наук; О.С. ФЕДОРОВА; Т.В. ШИШОВА, кандидат сельскохозяйственных наук; Ю.А. ИВАЩЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым, Украина

### **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ПЕРСИКА**

Приведены данные по биохимическому составу плодов у элитных гибридных форм персика селекции НБС – ННЦ. Выделено 68 форм с повышенным содержанием отдельных веществ и 22 формы с комплексом биологически активных веществ в плодах.

## **БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

УДК 579:582.26/.27:581.57

А.С. ЛЕЛЕКОВ, кандидат биологических наук; Р.Г. ГЕВОРГИЗ, кандидат биологических наук

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАНУ, г. Севастополь

### **ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В СТАЦИОНАРНОЙ ФАЗЕ РОСТА**

*Экспериментальное исследование динамики плотности накопительной культуры микроводорослей показало, что в стационарной фазе роста возможны колебания плотности. Остается невыясненным вопрос о природе подобных процессов, являются ли периодические изменения плотности вынужденными или автоколебаниями. Показано, что при моделировании данного явления необходимо учитывать параметры роста, отражающие организацию узкого места метаболизма клетки.*

**Ключевые слова:** микроводоросли, накопительная культура, стационарная фаза

#### **Введение**

Стационарная фаза роста накопительной культуры микроводорослей мало изучена, поскольку для биотехнологии не представляет интерес с точки зрения реализации максимальных продуктивностей. В стационарной фазе наблюдаемая продуктивность равна нулю, при этом клетки микроводорослей способны накапливать ценные биологически активные вещества: углеводы, липиды, экзометаболиты и т.д. [8]. При промышленном культивировании микроводорослей в условиях естественного освещения необходима реализация максимальных скоростей роста. На практике не всегда возможно обеспечить оптимальные условия, вследствие чего культура переходит в стационарную фазу роста. Для максимизации скоростей роста и биосинтеза в альгобиотехнологии применяют квазинепрерывный метод культивирования [6]. Однако даже в этих условиях культура может переходить в стационарную фазу роста между двумя последовательными процедурами обмена среды.

Цель данной работы – исследование динамики плотности культуры микроводорослей в стационарной фазе роста.

#### **Объекты и методы исследования**

Нами проведено исследование роста культур микроводорослей, полученных из коллекции Л. А. Ланской (ИнБИОМ, г. Севастополь), в стационарной фазе. В первом эксперименте *Phaeodactylum tricornutum* Bohl. выращивали в накопительном режиме в лабораторной установке [7] на среде Тренкеншу [5] в условиях круглосуточного освещения: средняя освещённость поверхности фотореактора составляла 17 кЛк, температура –  $17 \pm 2^\circ\text{C}$ . Во втором эксперименте культуру *Arthrospira (Spirulina) platensis* Geitl. выращивали на среде Заррук [9], средняя освещённость поверхности фотореактора составляла 7,6 кЛк, температура –  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . В экспериментах фиксировали следующие параметры: температуру, pH культуральной среды и плотность суспензии. pH измеряли с помощью иономера И-160, плотность культуры определяли оптическим методом [3], измеряя величину ослабления светового потока и рассчитывая по формуле:  $B = k \cdot D = k \cdot (-\lg(T))$ , где  $T$  – величина ослабления, определяемая на КФК-2 на длине волны 750 нм.

### Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлена накопительная кривая роста *Ph. tricornutum* и динамика pH культуральной среды. Стационарная фаза роста характеризовалась постоянством плотности с небольшими отклонениями от среднего значения в пределах ошибки измерения.

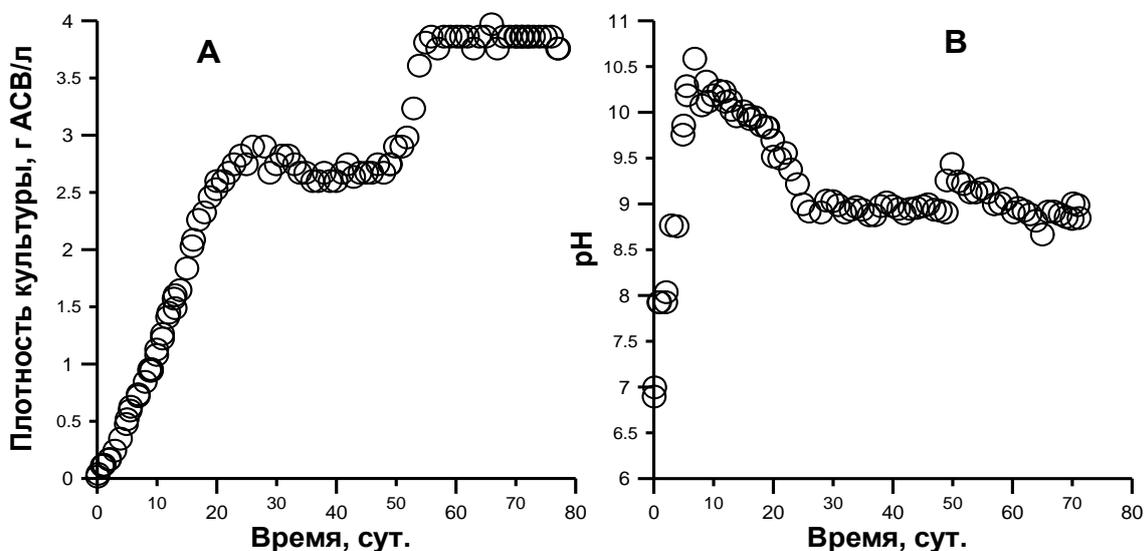


Рис. 1. Динамика плотности накопительной культуры *Ph. tricornutum* (А) и pH культуральной среды (В)

Обычно при переходе культуры в стационарную фазу роста в качестве лимитирующего фактора выступает концентрация биогенных элементов в питательной среде. Для плотных культур в качестве лимитирующего субстрата может выступать энергетический световой поток. Находясь в стационарной фазе роста (рис. 1 А), культура была лимитирована именно светом, поскольку при увеличении облучённости клеток на пятидесятые сутки биомасса перешла на новый стационарный уровень. Неизменность плотности культуры в стационарной фазе роста подтверждается неизменностью значений pH культуральной среды (рис. 1 В). Представленные экспериментальные результаты (рис. 1) являются классическим примером наличия продолжительной стационарной фазы роста у накопительной культуры микроводорослей.

Для многих видов микроводорослей величина биомассы при достижении значений, близких к максимальному, может изменяться в широком диапазоне. Например, на рисунке 2 приведена накопительная кривая и динамика рН при культивировании *A. platensis*.

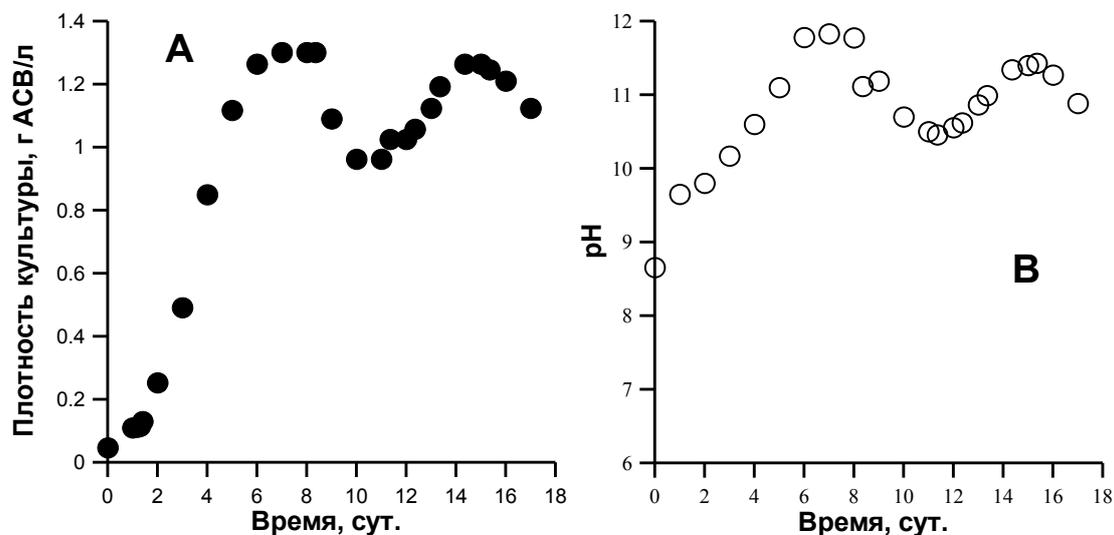


Рис. 2. Динамика плотности накопительной культуры *A. platensis* (А) и рН культуральной среды (В)

Стационарная фаза роста была непродолжительной. На 8 сутки отмечалось статистически достоверное снижение плотности культуры с последующим восстановлением до первоначального значения, т. е. наблюдались колебания плотности и рН среды (рис. 2). При достижении максимальной плотности величина рН среды достигла 12 единиц. Известно, что при таких значения рН в среде практически отсутствуют доступные для ассимиляции клетками гидрокарбонат-ионы [1]. Т. е., по сути, скорость биосинтеза была лимитирована наличием доступных источников углерода в среде. В отличие от эксперимента с *Ph. tricornutum* в условиях данного эксперимента отсутствовал внешний приток углерода в форме углекислого газа. Следовательно, по углероду система культивирования *A. platensis* являлась закрытой [2]. Сравнивая рисунок 2 А и 2 В, можно сделать заключение о синфазности колебаний плотности культуры и величины рН. Таким образом, периодическое изменение рН свидетельствует о наличии колебаний плотности культуры. Экспериментально показано (рис. 3), что колебания плотности являются затухающими и могут быть достаточно продолжительными.

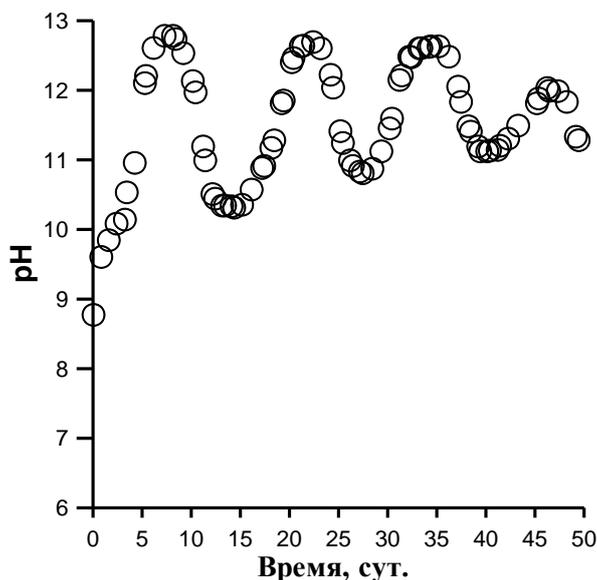


Рис. 3. Динамика pH среды накопительной культуры *A. platensis*

В биологии известны примеры колебаний различных систем: на популяционном уровне классическим примером является модель «хищник–жертва»; на клеточном уровне введено понятие инерционности биосинтеза, посредством которого объясняется колебания плотности микроорганизмов в хемостате [4]; на молекулярном уровне описаны периодические процессы изменения концентрации веществ в клетках в циклах Кальвина, Кребса и пр. Однако объяснение механизмов и математическое описание колебательных процессов в плотных культурах микроводорослей в литературе не встречается. Возможно, это связано с тем, что использование разработанного в прошлом веке понятийного аппарата субстратзависимого роста не позволяет достаточно точно описать динамику роста в накопительной культуре. Опираясь на понятия: биомасса ( $B$ ), концентрация лимитирующего субстрата ( $S$ ), потребность ( $Y_s$ ), удельная скорость дыхания ( $\mu_R$ ), динамику роста в закрытой системе можно описать системой дифференциальных уравнений [2]:

$$\begin{cases} \frac{dB}{dt} = k_s \cdot S - \mu_R \cdot B \\ \frac{dS}{dt} = -Y_s \cdot k_s \cdot S + \alpha \cdot Y_s \cdot \mu_R \cdot B, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент возврата субстрата из распавшейся биомассы.

Данная система сводится к дифференциальному уравнению второго порядка, корни характеристического уравнения которого равны:

$$\lambda_{1,2} = -\frac{\mu_R + Y_s \cdot k_s}{2} \pm \sqrt{\frac{(\mu_R - Y_s \cdot k_s)^2 + 4 \cdot \alpha \cdot Y_s \cdot k_s \cdot \mu_R}{4}}$$

Подкоренное выражение положительно всегда, поэтому корни – действительные, следовательно, конечное решение не может быть выражено с помощью периодических функций. Таким образом, система (1) не описывает колебательные процессы в плотных культурах микроводорослей, но позволяет объяснить продолжительную стационарную фазу роста.

### Выводы

Экспериментальное исследование динамики плотности культур микроводорослей показало, что в стационарной фазе роста возможны колебания

плотности. Остается невыясненным вопрос о природе подобных процессов, являются ли периодические изменения плотности вынужденными или автоколебаниями. Опираясь на понятийный аппарат, который приводит к системе (1), можно утверждать, что для закрытой системы колебания плотности культуры микроводорослей в стационарной фазе роста невозможны, что противоречит полученным экспериментальным результатам. Таким образом, для построения математической модели, которая позволит описать колебательные процессы, необходимо введение дополнительных параметров, учитывающих организацию «узкого места метаболизма» и структуру клетки.

### Список литературы

1. Бородина А. В. Углеродный баланс в культуре цианобактерии *Spirulina platensis* при выращивании на различных источниках углерода / А. В. Бородина // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 78-81.
2. Геворгиз Р. Г. Моделирование динамики роста популяции микроорганизмов в накопительной культуре. Закрытая система / Р. Г. Геворгиз, А. С. Лелеков, О. Н. Король // Морской экологический журнал. – 2013.
3. Геворгиз Р. Г. Оценка биомассы *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. по оптической плотности культуры / Р. Г. Геворгиз, А. В. Алисиевич, М. Г. Шматок // Экология моря. – 2005. – Вып. 70. – С. 96-106.
4. Колебательные процессы в биохимических и химических системах. – М.: Наука, 1967. – 440 с.
5. Тренкеншу Р. П. Влияние элементов микроэлементного питания на продуктивность водоросли *Platymonas viridis* Rouch / Р. П. Тренкеншу, В. Н. Белянин. // Биология моря. – 1979. – № 51. – С. 41-46.
6. Тренкеншу Р. П. Простейшие модели роста микроводорослей. 2. Квазинепрерывная культура / Р. П. Тренкеншу // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 98-110.
7. Тренкеншу Р. П. Унифицированная лабораторная установка для исследования низших фототрофов: препринт ОЦ НАНУ / Р. П. Тренкеншу, А. Б. Боровков, А. С. Лелеков. – Севастополь, 2009. – 40 с.
8. Biochemical composition of three algal species proposed as food for captive freshwater mussels / C. M. Gatenby, D. M. Orcutt, D. A. Kreeger et al. // J. Appl. Phycol. – 2003. – Vol. 15. – P. 1-11.
9. Zarrouk C. Contribution a l'etude d'une cyanophycee. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthese de *Spirulina maxima* (Setch et Gardner) Geitler: Ph D thesis / C. Zarrouk. – Paris, 1966. – 114 p.

Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.

A.S. LELEKOV, *Ph.D. in Biology*; R.G. GEVORHIZ, *Ph.D. in Biology*

Institute of Biology of the Southern Seas by A. O. Kovalevsky, the National Academy of Sciences of Ukraine, Sevastopol, Ukraine

### DYNAMICS OF ALGAL CULTURE'S DENSITY IN THE STATIONARY GROWTH PHASE

Researches of algal culture density's dynamic have shown that the biomass oscillations in the stationary growth phase are possible. It remains unclear the nature of such processes,

whether periodic changes of cell density forced or self-excited oscillations. It has been shown that for modeling of this phenomenon is necessary to take into account the growth parameters, reflecting the organization of cell «metabolism bottleneck».

О.С. ЛЕЛЕКОВ, кандидат біологічних наук; Р.Г. ГЕВОРГІЗ, кандидат біологічних наук  
Інститут біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАНУ, м. Севастополь,  
Україна

### **ДИНАМІКА ЩІЛЬНОСТІ КУЛЬТУРИ МІКРОВОДОРОСТЕЙ У СТАЦІОНАРНІЙ ФАЗІ РОСТУ**

Дослідження динаміки щільності накопичувальної культури мікроводоростей показало, що в стаціонарній фазі росту можливі коливання величини біомаси. Залишається нез'ясованим питання про природу подібних процесів, чи є періодичні зміни щільності вимушеними або автоколиваннями. Показано, що для моделювання даного явища необхідно враховувати параметри росту, що відображають організацію «вузького місця метаболізму» клітини.

А.С. ЛЕЛЕКОВ, кандидат биологических наук; Р.Г. ГЕВОРГИЗ, кандидат биологических наук  
Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАНУ, г. Севастополь,  
Украина

### **ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ В СТАЦИОНАРНОЙ ФАЗЕ РОСТА**

Исследование динамики плотности накопительной культуры микроводорослей показало, что в стационарной фазе роста возможны колебания плотности. Остается невыясненным вопрос о природе подобных процессов, являются ли периодические изменения плотности вынужденными или автоколебаниями. Показано, что для моделирования данного явления необходимо учитывать параметры роста, отражающие организацию «узкого места метаболизма» клетки.

**УДК 582.232:519.876.5**

Т.М. НОВИКОВА; А.Б. БОРОВКОВ, кандидат биологических наук  
Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАНУ, г. Севастополь

### **УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬТУРОЙ *TETRASELMIS VIRIDIS* ПЛОТНОСТАТНЫМ МЕТОДОМ**

Експериментально определена динамика роста микроводоросли *Tetraselmis viridis* в плотностатном режиме культивирования. Установлена зависимость удельной скорости роста *T. viridis* от плотности культуры. Проведена апробация простейшей математической модели динамики плотности культуры микроводоросли для режима плотностата на примере *T. viridis*. Выявлена плотность культуры, которая обеспечивает максимальную удельную скорость роста исследуемой культуры микроводоросли.

**Ключевые слова:** *Tetraselmis viridis*, плотностат, математическая модель, управление ростом.

### Введение

Продукты из микроводорослей эффективно применяются в качестве кормовых добавок в животноводстве и марикультуре, широко используются в парфюмерии, медицине, пищевой промышленности [4, 10]. Водоросли служат источником растительного белка, витаминов, антиоксидантов, полиненасыщенных жирных кислот, препаратов бактерицидного действия, иммуностимулирующих соединений и других веществ. Известно, что на разных стадиях роста культуры биохимический состав клеток микроводорослей меняется. Знание данных закономерностей при интенсивном культивировании водорослей позволит получать максимальное содержание заданного биохимического компонента (белок, углеводы, липиды и т.д.) [2].

На сегодняшний день разработано несколько способов управления ростом культуры: накопительный, непрерывный, непропорционально-проточный, квазинепрерывный. Одним из наиболее редко применяемых, однако наиболее перспективным, является плотностатный метод, при котором плотность культуры (биомасса или число клеток) и, соответственно, световые условия в суспензии поддерживаются на заданном уровне [6]. Использование данного метода позволяет изучать влияние одного из факторов, стабилизируя влияние других, и одновременно обеспечивает высокие скорости роста водорослей. Вид *Tetraselmis viridis* широко известен как классический кормовой объект в аквакультуре и как перспективный источник полиненасыщенных жирных кислот в биотехнологии [3]. А внедрение в практику существующих теоретических разработок по управлению ростом культуры микроводорослей позволит получать культуры с заданными ростовыми и биохимическими характеристиками.

Цель работы: апробировать простейшую математическую модель для описания динамики плотности культуры *Tetraselmis viridis* в плотностатном режиме культивирования.

### Объекты и методы исследований

В эксперименте использовалась альгологически чистая культура зеленой жгутиковой микроводоросли *Tetraselmis viridis* Rouch (syn. *Platimonas viridis*) – штамм IBSS-25 из коллекции Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАНУ.

Методами накопительных и квазинепрерывных культур [7, 8] водоросль *T. viridis* выращивалась на питательной среде Тренкеншу [5]. Для её приготовления использовали стерильную морскую воду. Предварительно культура, взятая из коллекции, была адаптирована к экспериментальным условиям. Выращивали её в стеклянных культиваторах плоскопараллельного типа шириной 5 см и объемом 3000 мл [9]. Этот объем поддерживали на протяжении всего эксперимента, доливая перед измерениями дистиллированную воду до отметки 3 л. Эксперимент проводился на люминостате с лампами ЛБ-40, которые давали среднюю поверхностную освещенность для каждого из реакторов 15 кЛк. Температуру стабилизировали на уровне 28-30°C. В процессе выращивания культуру непрерывно барботировали газо-воздушной смесью с 3% по объему углекислого газа с помощью компрессорной установки.

Оптическую плотность при длине волны 750 нм использовали как косвенный показатель биомассы водорослей. Измерения проводили с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 в кювете 0,5 см. Переход от единиц оптической плотности ( $D_{750}$ ) к величине сухой массы ( $СВ$  – биомасса высушена при 105°C) осуществляли посредством эмпирического коэффициента  $k$ , равного 0,8 г·л<sup>-1</sup> ед.опт.пл<sup>-1</sup>;  $СВ = k \times D_{750}$  [1].

Удельная скорость роста микроводоросли рассчитана с помощью выражения:

$$\mu_m = \frac{\ln B - \ln B_{ln}}{t - t_{ln}}$$

Где  $B_{ln}$  – биомасса в начале лог-фазы  $t_{ln}$  [6].

### Результаты и обсуждение

На начальном этапе эксперимента микроводоросль *T. viridis* выращивали накопительным методом. В культиватор вносили инокулят и питательную среду в такой пропорции, чтобы начальная плотность культуры составила 0,1 г/л СВ (рис. 1).

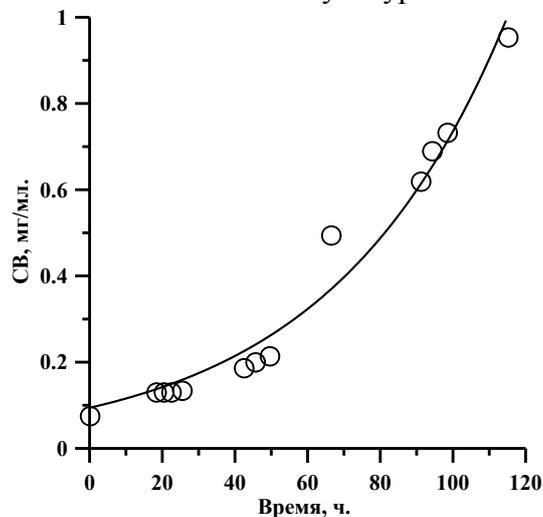
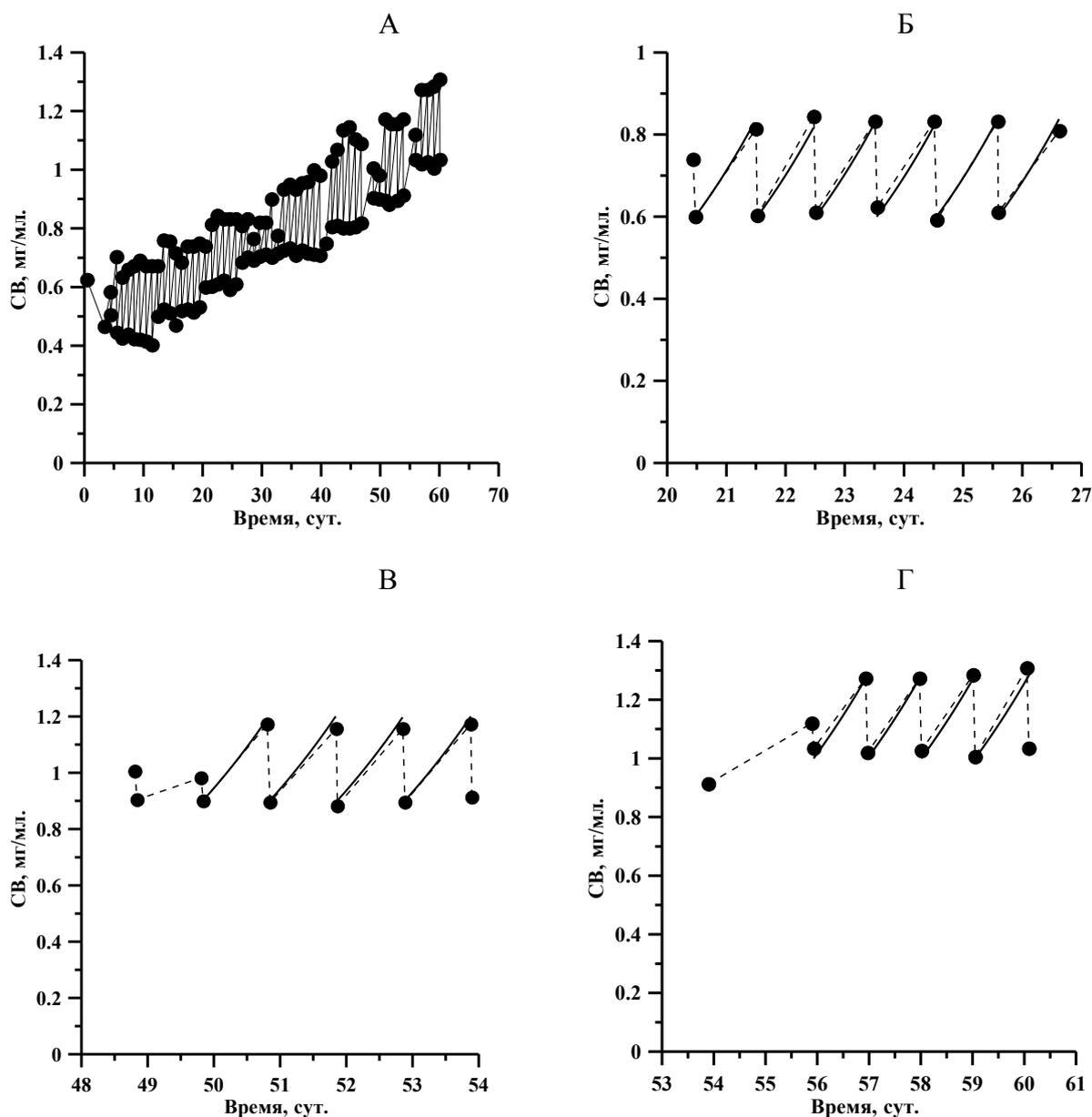


Рис.1. Динамика плотности накопительной культуры *T. viridis*

На пятые сутки, когда плотность культуры достигла 1 г/л, культура была переведена в непрерывный режим культивирования с рабочими плотностями от 0,4 до 1,0 г/л. Каждые 24 часа рассчитывали удельную скорость протока среды в зависимости от текущей скорости роста культуры *T. viridis*. Через 2-3 суток на каждом из этапов эксперимента плотность культуры стабилизировалась на заданном уровне.

Необходимо отметить хорошее теоретическое обоснование механизмов управления ростом микроводорослей в культуре, которое позволяет не только выявить зависимость характеристик роста от того или иного параметра внешней среды, но и формализовать закономерности с помощью относительно простых математических уравнений [7]. На сегодняшний день применяются следующие виды непрерывных культур микроводорослей: хемостат и турбидостат (плотностат). Одним из принципиальных, и, одновременно, очень важных отличий хемостата и турбидостата является возможность получения в турбидостате устойчивого экспоненциального роста клеток микроводорослей без лимитирования элементами минерального питания, что невозможно при хемостатном способе культивирования. То есть в турбидостате можно исследовать в чистом виде влияние главного фактора, определяющего рост микроводорослей, – световых условий, в которых растут клетки. Данный метод также полезен при изучении субстратзависимого роста, так как стабилизация плотности позволяет проводить исследования при неизменных световых условиях. Это дает возможность строго контролировать влияние на рост других факторов среды и выделить факторы, даже незначительно влияющие на рост, например, при оптимизации микроэлементного состава питательной среды для морских микроводорослей [8].



**Рис. 2.** Динамика роста *T. viridis* в плотностатном режиме культивирования. А – общая динамика с 1-х по 61-е сутки; стационарная плотность культуры: Б – 0,6 мг/мл, В – 0,9 мг/мл, Г – 1,0 мг/мл. Пунктирные линии и маркеры – экспериментальные данные, сплошные линии – расчет по уравнению модели [8]

Для описания роста культуры использовали подход, предложенный Р.П. Тренкеншу [8]. Разработанная автором математическая модель позволяет прогнозировать динамику плотности культуры и эффективно управлять ростом *T. viridis*:

$$B = B_0 \exp^{\mu(t-t_0)},$$

где  $B_0$  - начальная биомасса клеток микроводорослей, мг/мл,  $\mu$  - удельная скорость роста культуры, сут<sup>-1</sup>.

На рисунке 2 показано, что модель хорошо описывает рост водоросли *T. viridis* и позволяет получать культуру с заданной плотностью. В эксперименте культуру стабилизировали на семи уровнях плотности: от 0,4 до 1,0 мг/мл. На рис. 2А показана динамика плотности культуры на протяжении всего эксперимента. Для наглядности

более подробно приведены три этапа выращивания культуры тетраселмиса в плотностате. На этих графиках представлены экспериментальные и расчетные данные, которые имеют высокую сходимость.

Модель также позволяет рассчитать для режима плотностата удельные скорости роста культуры, которые характерны для каждой из заданных плотностей культуры.

В таблице 1 представлены рассчитанные удельные скорости роста культуры *T. viridis* в зависимости от заданной плотности культуры. Заметим, что с ростом плотности культуры, а, следовательно, и с понижением облученности клеток – удельная скорость роста микроводоросли снижается. Из многочисленных литературных источников известно, что величина удельной скорости в экспоненциальной фазе роста определяется, в основном, световыми условиями, которые для низких плотностей культуры неизменны [5, 8].

Сравнение удельных скоростей роста *T. viridis* относительно плотности культуры показывает, что при низких плотностях культур, когда её рост не ограничен минеральным обеспечением, удельная скорость роста максимальна; впоследствии при дальнейшем повышении плотности культуры удельные скорости роста снижаются, достигая минимальных значений при максимально возможной для данных условий плотности культуры (табл. 1).

Таблица 1

#### Зависимость удельной скорости роста *T. viridis* от плотности культуры

Дни эксперимента, сутки	СВ, мг/мл	$\mu_m$ сут <sup>-1</sup>
0-11	0,4 ± 0,01	0,52 ± 0,02
12-18	0,5 ± 0,02	0,41 ± 0,01
19-25	0,6 ± 0,01	0,36 ± 0,01
26-38	0,7 ± 0,02	0,34 ± 0,01
39-47	0,8 ± 0,02	0,32 ± 0,02
48-53	0,9 ± 0,01	0,28 ± 0,01
54-61	1,0 ± 0,03	0,24 ± 0,02

Таким образом, для получения культуры *T. viridis* с максимальными удельными скоростями роста плотность культуры должна находиться в пределах 0,4 г/л СВ или ниже, что соответствует логарифмической стадии роста (рис. 1).

#### Выводы

1. Апробация простейшей математической модели динамики плотности культуры микроводоросли для режима плотностата на примере *T. viridis* показала высокую эффективность описания ею динамики роста микроводорослей в непрерывном режиме культивирования.

2. При повышении плотности культуры *T. viridis* в плотностате удельные скорости роста микроводоросли снижаются.

3. Для получения культуры *T. viridis* с максимальными удельными скоростями роста плотность культуры должна находиться в пределах 0,4 г/л СВ или ниже, что соответствует логарифмической стадии роста.

### Список литературы

1. Боровков А. Б. Продуктивность *Spirulina platensis* и *Tetraselmis viridis* при использовании различных методов культивирования / А. Б. Боровков, Р. Г. Геворгиз // Экология моря. – 2005. – Вып. 70. – С. 9–13.
2. Ладыгина Л. В. Интенсивность роста и биохимический состав микроводоросли *Dunaliella viridis* Teod. в зависимости от условий культивирования / Л. В. Ладыгина // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 56–60.
3. Ладыгина Л. В. Микроводорослі як кормові об'єкти личинок мідій та устриць : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.17 «Гідробиологія» / Л. В. Ладыгіна. – Севастополь, 2007. – 24 с.
4. Тренкеншу Р. П. Одноклеточные водоросли: массовое культивирование и практическое использование / Р. П. Тренкеншу // Прикладная альгология. – 1999. – № 1–3. – С. 7–10.
5. Тренкеншу Р. П. Ростовые и фотоэнергетические характеристики морских микроводорослей в плотной культуре: автореф. дисс. канд. биол. наук. : спец. 03.00.02 «Биофизика» / Р. П. Тренкеншу – Красноярск, 1984. – 28 с.
6. Тренкеншу Р. П. Культура микроводорослей как модельный объект в гидроэкологии / Р. П. Тренкеншу // Морской экологический журнал. – 2009. – Т. 8, Вып. 4. – С. 41–52.
7. Тренкеншу Р. П. Простейшие модели роста микроводорослей 1. Периодическая культура / Р. П. Тренкеншу // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 89–97.
8. Тренкеншу Р. П. Простейшие модели роста микроводорослей. 2. Квазинепрерывная культура / Р. П. Тренкеншу // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 98–110.
9. Тренкеншу Р. П. Унифицированная лабораторная установка для исследования низших фототрофов. / Р. П. Тренкеншу, А. Б. Боровков, А. С. Лелеков – Севастополь, ОЦ НАНУ, 2009. – 40 с. – (Препринт / НАН Украины, ОЦ НАНУ)
10. Zilberman D. Algalculture. / D. Zilberman, M. Caswell – Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley, 2000. – 100 p.

Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.

T.M. NOVIKOVA, A.B. BOROVKOV

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas NASU, Sevastopol, Ukraine

### CONTROL OF THE *TETRASELMIS VIRIDIS* HIGH-DENSITY CULTURE USING THE TURBIDOSTAT METHOD

The approbation of the simplest mathematical model of the dynamics of microalgae culture density for turbidostat regime was carried out for example of *Tetraselmis viridis*. The high efficiency of the proposed model describing the dynamics of algae growth was defined in a continuous regime of cultivation. It was shown experimentally that to get culture *T. viridis* with a maximum specific growth rate the culture density must be within  $0.4 \text{ g N} \cdot \text{l}^{-1}$  or less, that corresponds to the exponential growth phase.

Т.М. НОВІКОВА, А.Б. БОРОВКОВ

Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАНУ, м. Севастополь,  
Україна

### УПРАВЛІННЯ ІНТЕНСИВНОЮ КУЛЬТУРОЮ *TETRASELMIS VIRIDIS* ПЛОТНОСТАТНИМ МЕТОДОМ

Апробація найпростішої математичної моделі динаміки щільності культури мікроводорості для режиму плотностата на прикладі *Tetraselmis viridis* показала високу ефективність опису нею динаміки росту мікроводорості в безперервному режимі культивування. Експериментально показано, що для отримання культури *T. viridis* з максимальними питомими швидкостями росту щільність культури повинна перебувати в межах  $0,4 \text{ г СВ}\cdot\text{л}^{-1}$  або нижче, що відповідає логарифмічній стадії росту.

Т.М. НОВІКОВА, А.Б. БОРОВКОВ

Інститут биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАНУ, г. Севастополь,  
Украина

### УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬТУРОЙ *TETRASELMIS VIRIDIS* ПЛОТНОСТАТНЫМ МЕТОДОМ

Апробация простейшей математической модели динамики плотности культуры микроводоросли для режима плотностата на примере *T. viridis* показала высокую эффективность описания ею динамики роста микроводорослей в непрерывном режиме культивирования. Экспериментально показано, что для получения культуры *T. viridis* с максимальными удельными скоростями роста плотность культуры должна находиться в пределах  $0,4 \text{ г СВ}\cdot\text{л}^{-1}$  или ниже, что соответствует логарифмической стадии роста.

УДК 631. 811. 98

В.А. ЦИГАНКОВА<sup>1</sup>, кандидат біологічних наук; С.П. ПОНОМАРЕНКО<sup>2</sup>, кандидат хімічних наук; А.П. ГАЛКІН<sup>3</sup>, доктор біологічних наук; А.І. СМЕЦЬ<sup>3</sup>, доктор біологічних наук

<sup>1</sup>Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех» НАН і МОН України, м. Київ

<sup>3</sup>Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України, м. Київ

### ІНДУКЦІЯ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ РОСЛИН ПРИРОСТУ БІОМАСИ ТА СИНТЕЗУ ПОЛІФРУКТАНІВ У КУЛЬТУРАХ „БОРОДАТИХ КОРЕНІВ” ЦИКОРІЮ

Проведено досліді із перевірки можливості застосування нових регуляторів росту рослин Івін, Емістим, Біолан та Чаркор у поживному середовищі  $\frac{1}{2}$  МС в культурах трансгенних коренів цикорію. Показано високу стимулюючу дію цих регуляторів на приріст біомаси коренів та підвищення в них синтезу поліфруктанів (ПФ). Виявлено різну чутливість чотирьох ліній трансгенних коренів на їх дію, найкращі показники отримано для лінії № 21, на якій регулятори росту в концентраціях 2,5–10 мкл/л значно збільшували масу коренів та вміст ПФ порівняно з контролем. Обговорюється перспективність використання зазначених препаратів у

біотехнологічній практиці для культивування „бородатих коренів” цикорію та підвищення в них синтезу ПФ.

**Ключові слова:** регулятори росту рослин, “бородаті корені” цикорію, поліфруктани (ПФ).

### Вступ

На сучасному етапі у біотехнологічній практиці різних країн світу широко використовуються відомі протягом багатьох десятиліть традиційні синтетичні регулятори росту з ауксиною та цитокініною активністю: 2,4-Д, НОК, ХФОК, кінетин, БА, БАП [1, 2, 5, 18] для культивування в умовах *in vitro* ізольованих клітин і тканин як звичайних, так і трансгенних лікарських рослин з метою підвищення в них синтезу біологічно активних сполук – амінокислот, пептидів, білків-ферментів, вітамінів, алкалоїдів, глікозидів, стероїдів, фенольних сполук, терпеноїдів, танінів, полісахаридів, пігментів, ефірних олій та ін., які широко використовуються для цілей медичної, фармацевтичної, парфумерної та харчової промисловостей [6, 8, 11]. За останні роки створено та впроваджено у практику біотехнології рослин ряд нових біологічно активних сполук хімічного походження, що здатні стимулювати морфогенетичні процеси в ізольованих клітинах важливих для сільського господарства рослин, а також у культурах лікарських рослин індукувати синтез вторинних метаболітів. Наприклад, у культурах ізольованих клітин і тканин різних видів рослин (*Arachis hypogaeae* L., *Pelargonium hortorum* Bailey, *Humulus lupulus* L., *Phaseolus radiatus* L.) на поживних середовищах, які містили в своєму складі синтетичний замітник цитокініну – TDZ (тидіазурон, похідний тіосечовини) [20, 24, 27, 28] і ауксину – BSAA (3-[бензо]b]-селеніеніл-оцтова кислота) [25], отримано результати, які свідчили про значну індукцію цими регуляторами морфогенетичних процесів та підвищення рівнів ендогенних фітогормонів ауксинів і цитокінінів у клітинах культивованих на цих середовищах рослин.

Аналогічні експерименти нами було проведено раніше з метою перевірки можливості культивування ізольованих клітин рослин тютюну (*Nicotiana tabacum* L.), картоплі (*Solanum tuberosum* L.) та томатів 2-х видів (*Lycopersicon esculentum* L. і *L. peruvianum*) на поживних середовищах, які містили синтезовані в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України і в Інституті органічної хімії регулятори росту хімічного походження: Івін (N-оксид 2,6-диметилпіридину), Тріамелон (йодид трис (2,2-триметиламонійметилфосфат), регулятор Д-107 (1-ацетиламіно-1-ацетилтіо-2-оксо-2-фенілетан) і регулятор № 2622 (похідний тетрагідротіофендіоксиду) [7, 31]. В цих роботах було показано, що зазначені регулятори можуть бути ефективними заміниками природних фітогормонів ауксинів і цитокінінів, та встановлено механізм їх дії через підвищення ендогенного пулу фітогормонів (ауксинів та цитокінінів) [30, 31].

В Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України разом із Державним підприємством «Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех» НАН і МОН України» протягом останніх років створено ряд нових регуляторів росту природного походження, що широко використовуються в практиці сільського господарства: Емістим, Потейтин, Зеастимулін, Чаркор, Біолан, Біоген, Радостим та інш. Ці регулятори мають полікомпонентний склад, до якого входять продукти життєдіяльності в культурі *in vitro* симбіотичного гриба-міксоміцета, вилученого з кореневої системи женьшеню (суміш амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, полісахаридів, фітогормонів та мікроелементів), що впливають на ростові процеси рослин, а саме: стимулюють проростання насіння і підвищують врожайність ряду сільськогосподарських культур, а також стійкість до широкого кола патогенних та паразитичних організмів [16, 19]. Серед цих регуляторів найбільш вискоелективними є регулятори росту Емістим, Біолан, а також Чаркор (стимулятор коренеутворення у

саджанців плодових і ягідних культур, декоративних дерев, квітів та лікарських рослин) [14]. Тому становить теоретичний і практичний інтерес можливість використання цих регуляторів у галузі біотехнології, зокрема для підвищення синтезу вторинних метаболітів у культурах *in vitro* трансгенних рослин.

Цикорій (*Cichorium intybus* L.) належить до важливих сільськогосподарських та лікарських культур, його лікувальні властивості обумовлені присутністю запасних сполук – поліфруктанів (ПФ), з них найбільш поширеним є полісахарид інулін, що має відносно низьку молекулярну масу  $\sim 5000 - 6000$  Да [9, 10, 12, 15, 17]. Дослідниками Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України шляхом *Agrobacterium rhizogenes*-опосередкованої трансформації раніше було одержано культури «бородатих коренів» цикорію з генами туберкульозного антигена ESAT6 (esxA), Ag85 (fbpV<sup>ΔTMD</sup>) і людського лейкоцитарного інтерферону *ifn-α2b* та проведено визначення вмісту інуліну в трансформованих коренях [15]. Отримані трансгенні корені відрізнялися збільшеним вмістом поліфруктанів (ПФ), що виявилось, ймовірно, наслідком стресу, пов'язаного з генетичною трансформацією.

Метою даної роботи було з'ясування можливості індукції регуляторами росту рослин Івін, Емістим, Біолан та Чаркор приросту біомаси «бородатих коренів» цикорію та підвищення в них синтезу ПФ.

### Об'єкти та методи досліджень

Як об'єкти досліджень використовували трансгенні корені цикорію *C. intybus* L. сорту Пала Росса чотирьох ліній (№№ 2, 6, 14, 21), отримані шляхом трансформації сім'ядольних експлантів за допомогою *A. rhizogenes* з використанням вектору pCB161 (селективний ген *nptII*, цільовий ген *ifn-α2b*), наданих зав. лабораторії біології стресостійкості та біотехнології Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України, к.б.н. Матвєєвою Н.А. [15]. Термінальні ділянки коренів завдовжки 10 мм культивували на агаризованому та рідкому середовищах  $\frac{1}{2}$  МС (середовище Мурасіге і Скуга [23] із зменшеною удвічі концентрацією макроелементів) протягом 30 діб при  $t^{\circ} +24^{\circ}\text{C}$ . До поживних середовищ додавали послідовно регулятори росту: Івін, Емістим, Біолан та Чаркор у концентраціях, відповідно, 0; 2,5; 5 та 10 мкл/л середовища.

Для порівняння проводили також досліди з традиційними регуляторами росту: в рідке середовище  $\frac{1}{2}$  МС додавали окремо по 0,5 мг/л кінетину, ІО<sub>л</sub>К, БАП і НОК; культивування коренів проводили за аналогічних умов.

Визначали: початкову масу коренів ( $m_0$ ), масу коренів через 30 діб культивування ( $m_1$ ); приріст маси коренів ( $\Delta m$ ), суху масу ( $m_{i-сух}$ ), питомий вміст ПФ (в мг/г сухої маси коренів), загальний вміст ПФ (в мг на загальну суху масу коренів, що виростили за 30 діб).

Для визначення загального вмісту ПФ корені висушували при  $90^{\circ}\text{C}$  протягом 10 хв. та досушували при кімнатній температурі до постійної маси. Вміст ПФ визначали за методом Селіванова, який ґрунтується на здатності кетосахарів забарвлюватися резорцином у кислому середовищі [3]. Для цього до 100 мг сухого матеріалу додавали 5 мл дистильованої води, 5 мл 0,1 %-ного спиртового розчину резорцину та 5 мл концентрованої соляної кислоти, далі нагрівали на водяному огрівнику 20 хв. при температурі  $80^{\circ}\text{C}$ . Потім розчини охолоджували та вимірювали інтенсивність забарвлення на спектрофотометрі Eppendorf (550 нм). Концентрацію ПФ визначали за калібрувальною прямою (калібрування за фруктозою).

### Результати та обговорення

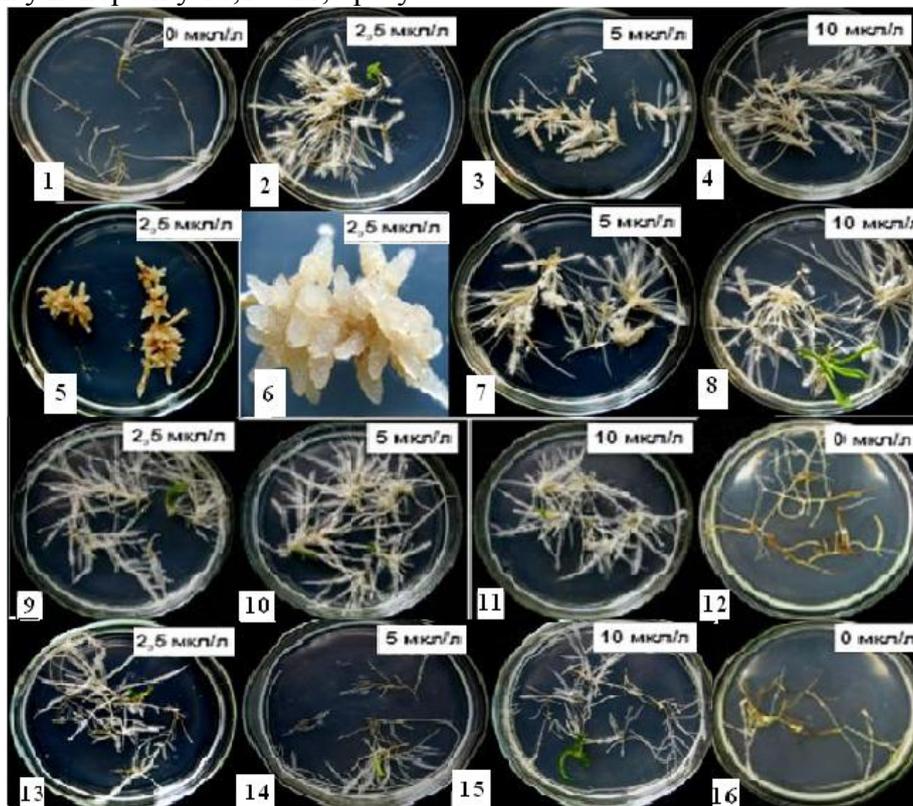
Порівняльне вивчення впливу регуляторів росту Івін, Емістим, Чаркор та Біолан на підвищення приросту біомаси «бородатих коренів» цикорію, а також на питомий та загальний вміст ПФ показало, що найвищу стимулюючу ріст коренів дію виявляли

регулятори Емістим, Івін та Чаркор (при його застосуванні як в агаризованому, так і в рідкому поживних середовищах).

При культивуванні чотирьох ліній (№№ 2, 6, 14, 21) трансгенних коренів цикорію на агаризованому поживному середовищі  $\frac{1}{2}$  МС в присутності регуляторів росту Івін, Емістим, Біолан та Чаркор виявлено їх різну чутливість до дії цих препаратів. Хоча присутність регуляторів росту в різних концентраціях (2,5–10,0 мкл/л) в агаризованому середовищі  $\frac{1}{2}$  МС призводила до суттєвого збільшення маси коренів в усіх чотирьох лініях коренів порівняно з контролем, найбільші показники приросту маси коренів отримано для лінії № 21 (рис. 1).

Додавання регулятора росту Біолан до поживного середовища  $\frac{1}{2}$  МС меншою мірою збільшувало загальну масу кореневої системи (максимально у 7,6 разу за 30 діб для лінії №21 при його концентрації 5 мкл/л) у порівнянні як з контролем (середовище  $\frac{1}{2}$  МС), так і з регулятором Чаркор. Для ліній №№ 2, 6 та 14 при максимальній з тестованих концентрацій регулятора Біолану (10 мкл/л) спостерігалось пригнічення росту, для лінії № 14 приріст маси був меншим у порівнянні з контролем у 1,6 разу.

Додавання регулятора росту Чаркор до агаризованого поживного середовища  $\frac{1}{2}$  МС призводило до активізації росту та значно (до 11,5 разу в порівнянні з контролем) збільшувало масу коренів цикорію (рис. 1). Найбільші показники приросту маси коренів отримано для лінії № 21 на поживному середовищі  $\frac{1}{2}$  МС саме з цим регулятором. Для даної лінії (а також для лінії № 14) ріст коренів достовірно не відрізнявся при різних концентраціях регулятора (2,5–10,0 мкл/л), але був значно вищим, ніж у контролі у 10,1 – 11,5 разу.



**Рис. 1.** Ріст трансгенних коренів цикорію (лінія № 21), отриманих шляхом агробактеріальної трансформації (вектор pCB161) на агаризованих середовищах: 1 – без регулятора (контроль), 2-4 – з регулятором росту Івін (2,5 – 10 мкл/л), 5-8 – з регулятором росту Емістим (2,5 – 10 мкл/л), 6 – (макрофото зйомка) – з регулятором росту Емістим (2,5 мкл/л), 9-12 – з регулятором росту Чаркор (2,5 – 10 мкл/л), 13 – 16 з регулятором росту Біолан (2,5 – 10 мкл/л)

Для ліній №№ 6 та 2 при збільшенні концентрації Чаркору від 2,5 до 10,0 мкл/л спостерігалось збільшення приросту маси коренів до 9,6 разу (для лінії № 6 – 10 мкл/л Чаркор). При культивуванні в рідкому середовищі  $\frac{1}{2}$  МС додавання регулятора росту Чаркор збільшувало приріст маси коренів в 39-54 рази (лінія № 21) в залежності від концентрації препарату (від 2,5 до 10 мкл/л середовища), тоді як мінімальний приріст маси (по сухій масі) спостерігався в контролі (середовище  $\frac{1}{2}$  МС без додавання регуляторів росту).

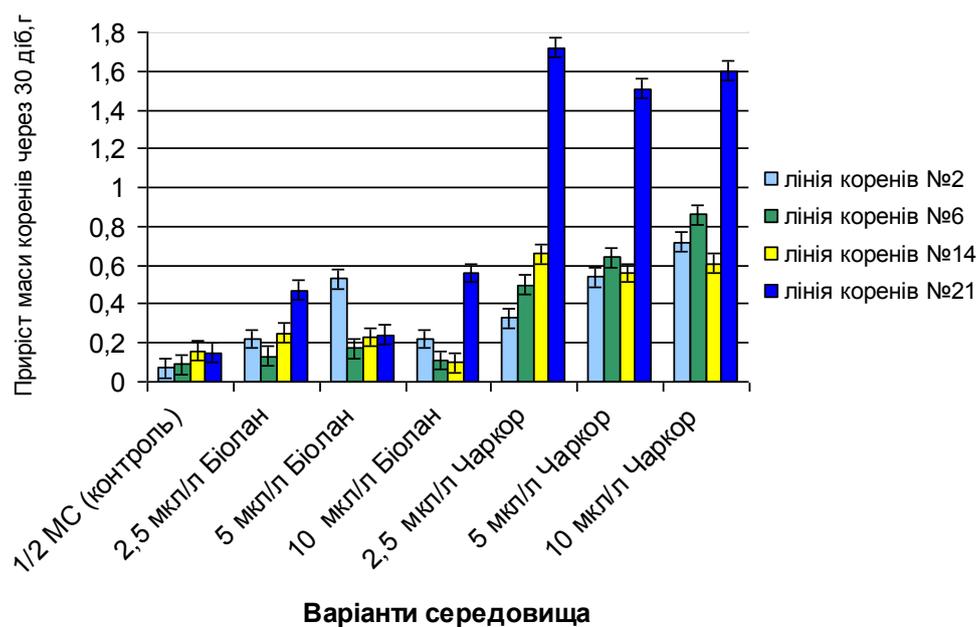
Порівняльний аналіз біологічної активності регуляторів Чаркор та Біолан за показником підвищення синтезу ПФ у культурі «бородатих коренів» цикорію показав значно більшу ефективність останнього стосовно питомого вмісту ПФ (мг/г маси коренів) (рис. 2, Б). Найбільше підвищення питомої концентрації ПФ (до 130 мг/г сухої маси коренів) порівняно з контролем було отримано при культивуванні коренів лінії № 6 в присутності 5 мкл/л Біолану. Збільшення вмісту препарату з 2,5 до 10 мкл/л при культивуванні двох ліній (№ 21 та № 2) призводило до підвищення питомої концентрації ПФ, разом з тим для при додаванні максимальної концентрації Біолану питома концентрація ПФ була вищою, ніж у контролі, лише у 1,32-1,36 разу.

В той же час, статистично достовірної різниці між впливом різних концентрацій регулятора росту Чаркор на збільшення питомої концентрації ПФ на суху масу коренів порівняно з контролем не виявлено (рис. 2, Б). Навпаки, при культивуванні трансгенних коренів лінії № 6 на поживних середовищах, які містили 5,0-10 мкл/л Чаркору, спостерігалось зменшення питомого вмісту ПФ. Можливо, це пов'язане з більш швидким ростом коренів за таких умов.

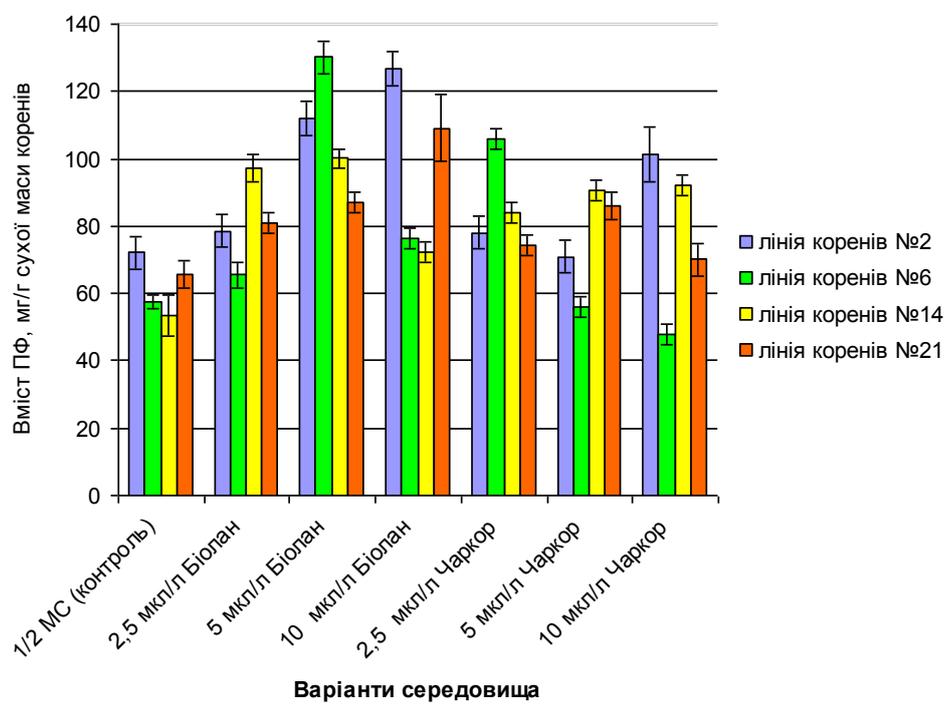
Однак найбільше підвищення загальної кількості ПФ було отримано при культивуванні коренів в присутності регулятора росту Чаркор порівняно як з контролем, так і з регулятором Біолан. Як видно з наведених діаграм (рис. 2, А; рис. 2, В), це відбувалось завдяки збільшенню приросту загальної маси коренів при їх культивуванні в присутності Чаркору в концентраціях від 2,5 до 10 мкл/л. Найкращі показники підвищення загального вмісту ПФ у 8,0 – 8,7 разу (до 48 – 130 мг/г загальної сухої маси коренів) порівняно з контролем отримано у трансгенних коренях лінії № 21.

Збільшення концентрації Чаркору до 10 мкл/л призводило також до підвищення загального вмісту ПФ в коренях ліній № № 12 та 2 (рис. 2, В). Для двох інших ліній, №№ 6 та 21, статистично достовірної різниці між впливом трьох концентрацій цього регулятора на загальний вміст ПФ не виявлено.

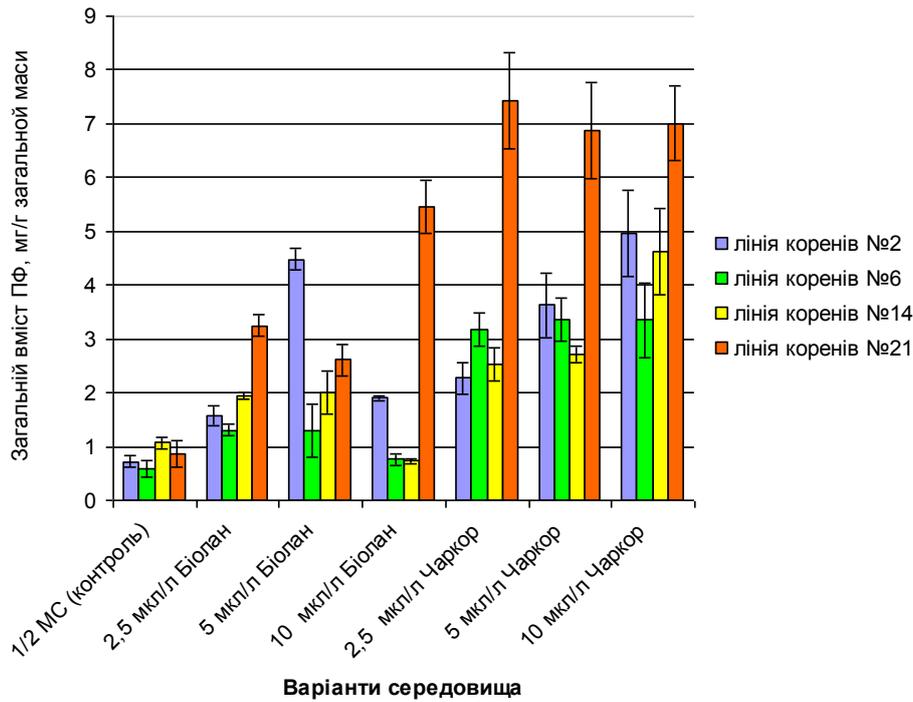
А



Б



## В

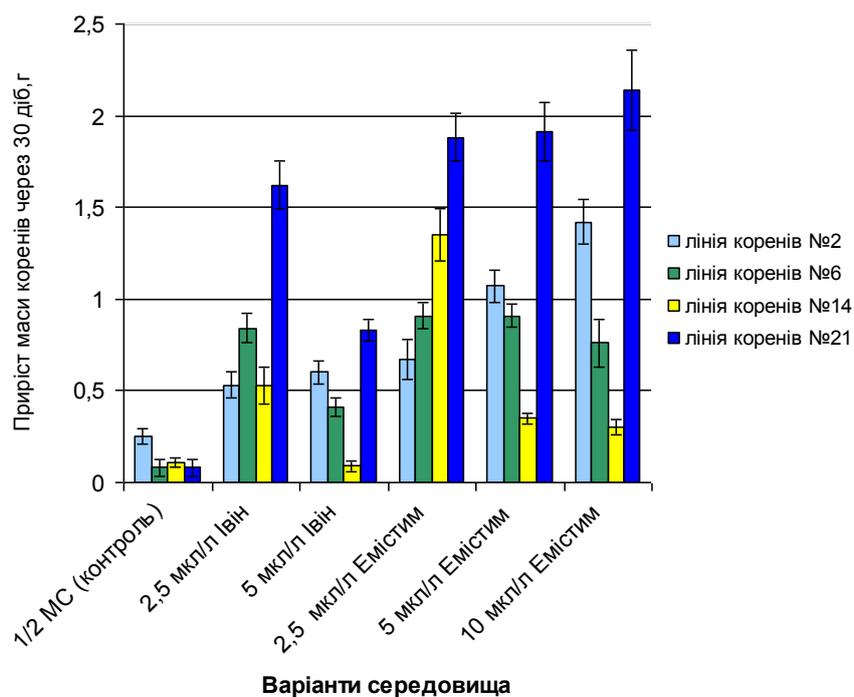


**Рис. 2. Вплив регуляторів росту Біолан та Чаркор на приріст маси коренів (А), питомий (Б) та загальний (В) вміст поліфруктанів у культурах “бородатих коренів” цикорію**

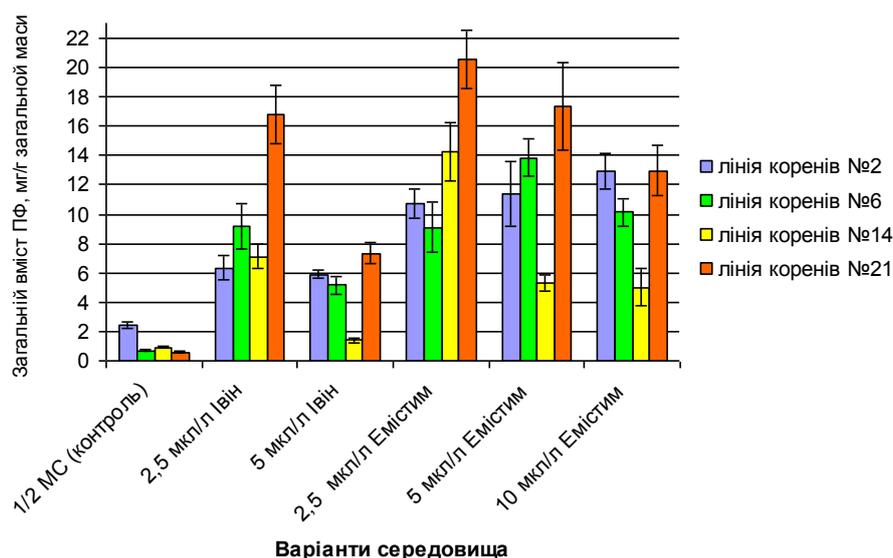
Таким чином, різні лінії трансгенних коренів цикорію мали різну чутливість як до регулятора Біолан, так і до Чаркору. Оскільки кожна лінія трансгенних коренів є унікальною (окрема трансформаційна подія), тому, можливо, що така специфічна чутливість пов'язана з особливостями синтезу ендогенних фітогормонів після перенесення чужорідних генів до геному рослин та вбудовування цих трансгенів у різні локуси. Так, найбільший питомий вміст ПФ спостерігали у коренях лінії № 6 (5 мкл/л Біолану). В той же час, при культивуванні у присутності Чаркору питомий вміст ПФ у цих коренях був найменшим у порівнянні з коренями інших ліній за таких самих умов.

Додавання до поживного середовища регуляторів Івін та Емістим призводило до значного збільшення маси коренів (рис. 3, А). Приріст маси залежав від лінії та препарату – від 2,4 (лінія № 2) до 20,25 разу (лінія № 21) для Івіну та від 5,68 (лінія № 2) до 26,75 (лінія № 21) для Емістиму.

А



В



**Рис. 3. Приріст маси коренів (А), питомий (Б) та загальний (В) вміст поліфруктанів у культурах “бородатих коренів” цикорію, вирощених у присутності регуляторів росту Івін та Емістим через 30 діб**

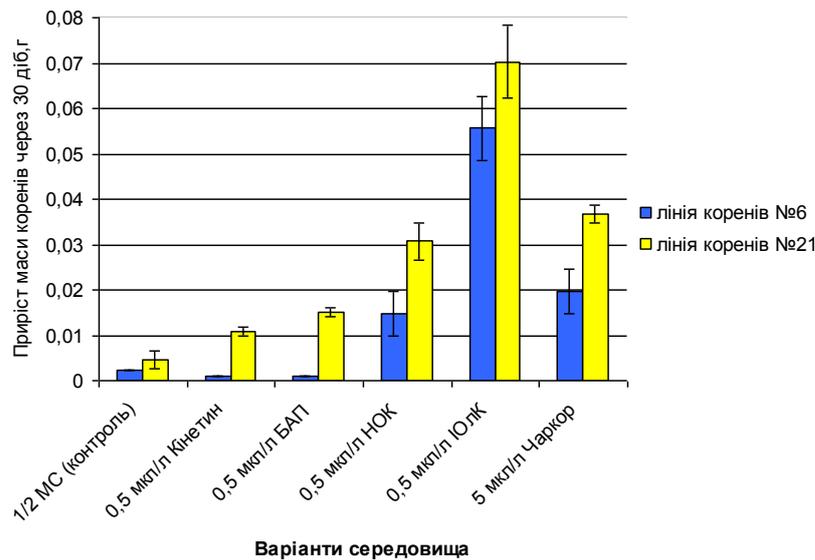
Таким чином, найбільший позитивний вплив на ріст трансгенних коренів цикорію мав регулятор росту Емістим, приріст маси у найкращому варіанті у 26,75 разу перевищував приріст маси у контролі.

При культивуванні трансгенних коренів цикорію на агаризованому поживному середовищі  $\frac{1}{2}$  МС в присутності Івіну та Емістиму також спостерігалось значне підвищення загальної кількості ПФ порівняно з контролем, яке відбувалось як

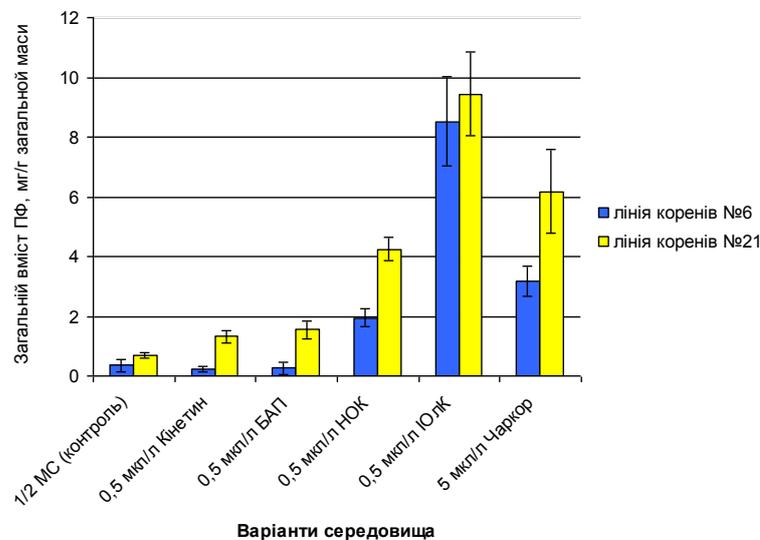
внаслідок збільшення питомої кількості ПФ, так і за рахунок більшого приросту маси коренів, що їх синтезують (рис. 3, Б, рис. 3, В). Загальний вміст ПФ залежав від лінії коренів, а також наявності регулятора росту. Так, при додаванні Івіну підвищення загального вмісту ПФ було вищим, ніж у контролі у 2,6 (лінія №2) – 28,9 рази (лінія №21), а при додаванні Емістиму – у 5,27 та 35 разів більше, ніж у контролі (відповідно для ліній №2 та 21).

Було порівняно особливості впливу Чаркору та традиційних регуляторів росту (БАП, ІО<sub>л</sub>К, НОК, кінетин) на двох лініях (№6 та № 21) культур “бородатих коренів” цикорію. Отримані результати свідчать про значне підвищення швидкості росту трансгенних коренів у присутності ауксинів (НОК та ІО<sub>л</sub>К), що сприяло збільшенню загального вмісту ПФ (рис. 4, А, рис. 4, Б).

**А**



**Б**



**Рис. 4. Приріст маси коренів (А) та загальний вміст поліфруктанів (Б) у культурах “бородатих коренів” цикорію двох ліній, вирощених у присутності регуляторів росту Кінетин, БАП, НОК, ІО<sub>л</sub>К, Чаркор**

Максимальний приріст маси коренів спостерігався при додаванні в поживне середовище 0,5 мг/л ІО<sub>л</sub>К; подібний ефект мав місце й за культивування коренів у присутності 5,0 мкл/л регулятора росту Чаркор. Незначне збільшення аналогічних показників спостерігали і з додаванням у середовище кінетину та БАП (по 0,5 мг/л).

Одержані результати, що виявляють відмінності у фенотипових ознаках (росту біомаси, розпушеності коренів) та у показниках продуктивності (загального вмісту ПФ) між контрольними та дослідними коренями, свідчать про наявність процесів часткового перепрограмування геному досліджуваних ліній під впливом регуляторів росту Івін, Емістим, Біолан та Чаркор: „включення” каскаду раніше неактивних, але близьких за функцією генів в мультигенних родинях або надродинах генів біосинтезу ендогенних фітогормонів, що підсилюють ріст біомаси та підвищують продуктивність, в яких кожен член (варіант) родини генів трохи відрізняється за нуклеотидною послідовністю у регуляторних, кодуючих та некодуючих ділянках за їх структурою і регулюється різними зовнішніми факторами, наприклад, регуляторами росту рослин (як було показано в проведених нами раніше дослідженнях [4, 13, 16, 30, 32], а також в інших роботах [20-22, 24-29]). Очевидно, що й в умовах *in vitro* контрастне посилення росту клітин “бородатих коренів” пояснюється значним підвищенням синтезу ендогенного пулу фітогормонів унаслідок дії досліджуваних нами регуляторів росту.

### Висновки

Таким чином, проведене в культурах клітин коренів цикорію (*C. intybus L.*), трансформованих *A. rhizogenes*, тестування біологічної активності регуляторів росту Емістим, Івін, Чаркор та Біолан показало, що ці регулятори значно підвищують ріст загальної біомаси коренів: до 26,75 разу (Емістим), до 20,25 разу (Івін), до 9–11,5 разу на агаризованому середовищі ½ МС і до 39–54 разів на рідкому середовищі ½ МС (Чаркор) та до 7,6 разу (Біолан).

Вплив регуляторів на показники питомого вмісту ПФ у різних лініях коренів був диференційованим: найвищі показники питомого вмісту ПФ спостерігались у лінії № 6 – до 130 мг/г сухої маси коренів (5 мкл/л Біолану) та лінії № 2 – до 220 мг/г сухої маси коренів (2,5 мкл/л Емістиму).

Найвищу коренестимулюючу активність виявляли регулятори росту Емістим, Івін та Чаркор. При культивуванні коренів лінії № 21 на поживних середовищах з цими регуляторами у концентрації 2,5 – 10 мкл/л значно підвищувався як питомий вміст ПФ (до 130 – 216 мг/г сухої маси коренів), так і загальний вміст ПФ: до 35 разів у порівнянні з контролем (2,5 мкл/л Емістиму), до 28 разів (2,5 мкл/л Івіну) та до 8,0-8,7 разу (2,5 мкл/л Чаркору).

Порівняльні досліди з традиційними синтетичними замінниками фітогормонів (БАП, ІО<sub>л</sub>К, НОК, кінетин) показали, що додавання до поживного середовища регулятора росту Чаркор призводило до збільшення загального вмісту ПФ завдяки значному приросту біомаси коренів. Вплив регулятора росту Чаркор на приріст маси коренів був подібним до дії ауксинів, зокрема індолілолійної кислоти.

Отримані результати свідчать про доцільність використання регуляторів росту Івін, Емістим, Біолан та Чаркор для підвищення росту біомаси та синтезу ПФ в культурах “бородатих коренів” цикорію.

### Список літератури

1. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко – М. : Наука, 1964. – 272 с.
2. Гамбург К. З. Регуляторы роста растений / К. З. Гамбург, О. Н. Кулаева, Г. С. Муромцев. – М.: Колос, 1979. – 246 с.

3. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош – Л.: Агропромиздат, 1987. – С. 143.
4. Изменение популяций функционально активных цитоплазматических мРНК в клетках растений под влиянием регуляторов роста и биотехнологические перспективы бесклеточных систем белкового синтеза / [В. А. Цыганкова, Л. И. Мусатенко, С. П. Пономаренко та ін.] // Біотехнологія. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 19-32.
5. Калинин Ф. Л. Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве / Ф. Л. Калинин – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
6. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи / В. А. Кунах – К.: Логос, 2005. – 724 с.
7. Кухарь В. П. Новый регулятор роста Ивин. Физиологически активные соединения / В. П. Кухарь, Ю. В. Карабанов, А. Ф. Павленко. – К.: Наукова думка, 1986. – Т. 18. – С. 3-14.
8. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений / Н.В. Кучук – К.: Наукова думка, 1997. – 152 с.
9. Матвеева Н. А. Фруктаны, биосинтез у природі та в трансгенних рослинах / Н. А. Матвеева // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2010. – Т.8, № 2. – С. 312- 319.
10. Методы химии углеводов / [под ред. Кочеткова Н. К.] – М.: Мир, 1967. – С. 370 – 371.
11. Мельничук М. Д. Біотехнологія рослин / М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, В. А. Кунах – К.: ПоліграфКонсалтинг, 2003. – 520 с.
12. Матвеева Н. А. Особливості накопичення поліфруктанів у трансгенних рослинах цикорію *Cichorium intybus* L. / Н. А. Матвеева, О. Ю. Кваско // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2011. – Т.9, № 1. – С. 65-69.
13. Особливості змін експресії генів в клітинах рослин під впливом екзогенних регуляторів росту / [В. А. Цыганкова, С. П. Пономаренко, А. П. Галкін та ін.] // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Зб. наук. пр. / Укр. т-во фізіологів рослин. – К.: Логос, 2009. – С. 576-584.
14. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений / С. П. Пономаренко – К.: СП Интертехнодрук, 2003. – 319 с.
15. Синтез инулина в «бородатых» корнях цикорію, трансформованого за допомогою *Agrobacterium rhizogenes* / Матвеева Н. А., Кіщенко О. М., Шаховський А. М. [та ін.] // Біотехнологія. – 2011. – Т.4, №3. – С. 56-63.
16. Экспрессия генов при стимулировании регуляторами роста и развитии растений / [В. А. Цыганкова, А. П. Галкин, Л. А. Галкина та ін.] // Биорегуляция микробно-растительных систем / под ред. Г. А. Иутинская, С. П. Пономаренко. – К., Ничлава, 2010. – С. 291-332.
17. Baert J. R. Cultivation and breeding of chicory root for inulin production / J. R. Baert, E. L. Bockstaele // Industr. Crops Prod. – 1992. – V.1, № 2 – 4. – P. 229-234.
18. Dorffling K. Das Hormonsystem der pflanzen / K. Dorffling – Stuttgart: Springer, 1982. – 304 p.
19. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development / [V. A. Tsygankova, A. P. Galkin, L. A. Galkina and others] // New plant growth regulators: basic research and technologies of application / ed. by S. P. Ponomarenko, H. O. Iutynska. – Kyiv: Nichlava, 2011. – P. 94-152.
20. Hutchinson M. J. Role of purine metabolism in thidiazuron-induced somatic embryogenesis of geranium (*Pelargonium hortorum* Bailey) hypocotyl cultures / M. J. Hutchinson, P. K. Saxena // Physiol. Plant. – 1996. – V. 98. – P. 517-522.
21. Investigation of growth regulation activity of Emistym, the new perspective plant growth regulator: Abstracts of the 2<sup>nd</sup> Conference [“Progress in plant sciences from

- Plant Breeding to growth Regulation”] / [N. Romaniuk, V. Troyan, V. Musiyaka and others]. – Mosonmagyaróvár (Hungary) and Bergholz-Rehbrücke (Germany), 1998. – P. 75.
22. Michalczuk L. Auxin levels at different stages of carrot embryogenesis / L. Michalczuk, T. J. Cooke, J. D. Cochen // *Phytochemistry*. – 1992. – V. 31. – P.1097- 1103.
23. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Skoog // *Phys. Plant*. – 1962. – V. 15, № 3. – P.473 – 497.
24. Murthy B. N. S. Thidiazuron-induced somatic embryogenesis in intact seedlings of peanut (*Arachis hypogaea* L.): endogenous growth regulator levels and significance of cotyledons / B. N. S. Murthy, S. J. Murch, P. K. Saxena // *Physiol. Plant*. – 1995. – V. 94. – P. 268 – 276.
25. Pan R. Comparative effect of IBA, BSAA and 5,6-Cl<sub>2</sub>-IAA-Me on the rooting of hypocotyl in mung bean / R. Pan, X. Tian // *Plant Growth Regul.* – 1999. – V. 28. – P. 91-98.
26. Regulation of indole-3-acetic acid biosynthetic pathways in carrot cell cultures / [L. Michalczuk, D. M. Ribnicky, T. J. Cooke and other] // *Физиология растений*. – 1992. – Т. 100. – С.1346 – 1553.
27. Role of endogenous purine metabolism in thidiazuron-induced somatic embryogenesis of peanut (*Arachis hypogaea* L.) / [J. M. Victor, S. J. Murch, S. Krishna and other] // *Plant Growth Regul.* – 1999. – V. 28. – P.41-47.
28. Somatic embryogenesis and organogenesis in peanut: the role of thidiazuron and N<sup>6</sup>-benzylaminopurine in the induction of plant morphogenesis / [J. M. Victor, S. J. Murch, S. Krishna and other] // *Plant Growth Regul.* – 1999. – V. 28. – P. 9-15.
29. Terek O. Endogenous phytohormones of plants treated by growth regulators: Abstracts of the 2<sup>nd</sup> Conference “Progress in plant sciences from Plant Breeding to growth Regulation” / O. Terek, K. N. Romaniuk, K. Terek – Mosonmagyaróvár (Hungary) and Bergholz-Rehbrücke (Germany), 1998. – P. 64.
30. The phytohormone-mediated action of the synthetic regulators on cell extension growth in higher plants / [V. A. Tsygankova, V. N. Zayets, L. A. Galkina and other] // *Біополімери та клітина*. – 1999. – Т.15, № 5. – С. 432-441.
31. Tsygankova V. A. Screening and peculiarity of the biological action of synthetic plant growth regulators / V. A. Tsygankova, Ya. B. Blume // *Біополімери і клітина*. – 1997. – Т. 13, № 6. – С.484-492.
32. Tsygankova V. A. Concerning the peculiarities of gene expression changes in plant leaf cells during twenty-four-hour period / V. A. Tsygankova // *Біотехнологія*. – 2010. – Т. 3, № 4. – С.86-95.

Статья поступила в редакцию 26.05.2013 г.

V.A. TSYGANKOVA<sup>1</sup>, *Ph.D. in Biology*; S.P. PONOMARENKO<sup>2</sup>, *Ph.D. in Chemistry*,  
A.P. GALKIN<sup>3</sup>, *Dr.Sci. in Biology*; A.I. YEMETS<sup>3</sup>, *Dr.Sci. in Biology*

<sup>1</sup>Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup>The National Enterprise "Interdepartmental Science & Technology Center "Agrobiotech" of the the National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Education, Science and Sport of Ukraine, Kyiv

<sup>3</sup> Institute of Food Biotechnology and Genomics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

## **INDUCTION BY PLANT GROWTH REGULATORS OF BIOMASS GROWTH AND POLYFRUCTAN SYNTHESIS IN THE CULTURES OF CHICORY "HAIRY ROOTS"**

The effective concentrations of plant growth regulators (PGRs) Ivin, Emistim, Biolan and Charkor at their application on nutrient media for intensification of biomass growth and increase synthesis of polyfructan (PF) in the cultures of chicory «hairy roots» (*Cichorium intybus* L.), transformed by *Agrobacterium rhizogenes*, have been picked up. The best indexes of specific PF amount increasing have been observed at using Biolan in concentration 5 mkl/l (up to 130 mg/g dry mass of roots) and Emistim in concentration 2,5 mkl/l (up to 220 mg/g dry mass of roots). The greatest root growth stimulating activity was expressed by growth regulators Emistim, Ivin and Charkor - in concentrations 2,5 – 10 mkl/l they considerably rise the general PF amount: up to 35 times comparing to control (regulator Emistim), up to 28 times (regulator Ivin) and up to 8,0-8,7 times (regulator Charkor). The obtained results confirm the possibility of application these regulators for increase of biomass growth and PF synthesis in culture of chicory «hairy roots».

В.А. ЦИГАНКОВА<sup>1</sup>, кандидат біологічних наук; С.П. ПОНОМАРЕНКО<sup>2</sup>, кандидат хімічних наук; А.П. ГАЛКІН<sup>3</sup>, доктор біологічних наук; ЄМЕЦЬ А.І.<sup>3</sup>, доктор біологічних наук

<sup>1</sup>Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех» НАН і МОН України, м. Київ

<sup>3</sup>Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України, м. Київ

## **ІНДУКЦІЯ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ РОСЛИН ПРИРОСТУ БІОМАСИ ТА СИНТЕЗУ ПОЛІФРУКТАНІВ У КУЛЬТУРАХ „БОРОДАТИХ КОРЕНІВ” ЦИКОРІЮ**

Підібрані ефективні концентрації регуляторів росту рослин (РРР) Івін, Емістим, Біолан та Чаркор при їх застосуванні у поживних середовищах для інтенсифікації росту біомаси та підвищення синтезу поліфруктанів (ПФ) у культурах «бородатих коренів» цикорію (*Cichorium intybus* L.), трансформованих *Agrobacterium rhizogenes*. Найкращі показники підвищення питомого вмісту ПФ у коренях спостерігаються при використанні Біолану в концентрації 5 мкл/л (до 130 мг/г сухої маси коренів) та Емістиму в концентрації 2,5 мкл/л (до 220 мг/г сухої маси коренів). Найвищу стимулюючу ріст коренів активність виявляють регулятори росту Емістим, Івін та Чаркор, які в концентраціях 2,5 – 10 мкл/л значно підвищують загальний вміст ПФ: до 35 разів у порівнянні з контролем (регулятор Емістим), до 28 разів (регулятор Івін) та до 8,0-8,7 разу (регулятор Чаркор). Отримані результати підтверджують можливість застосування цих РРР для підвищення приросту біомаси та синтезу ПФ у культурах „бородатих коренів” цикорію.

В.А. ЦЫГАНКОВА<sup>1</sup>, кандидат биологических наук; С.П. ПОНОМАРЕНКО<sup>2</sup>, кандидат химических наук; А.П. ГАЛКИН<sup>3</sup>, доктор биологических наук; А.И. ЕМЕЦ<sup>3</sup>, доктор биологических наук

<sup>1</sup> Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, г. Киев

<sup>2</sup> Межведомственный научно-технологический центр «Агробиотех» НАН и МОН Украины, г. Киев

<sup>3</sup> Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины, г. Киев

## ИНДУКЦИЯ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИРОСТА БИОМАССЫ И СИНТЕЗА ПОЛИФРУКТАНОВ В КУЛЬТУРАХ „БОРОДАТЫХ КОРНЕЙ” ЦИКОРИЯ

Подобраны эффективные концентрации регуляторов роста растений (РРР) Ивин, Эмистим, Биолан и Чаркор при их использовании в питательных средах для интенсификации роста биомассы и повышения синтеза полифруктанов (ПФ) в культурах «бородатых корней» цикория (*Cichorium intybus* L.), трансформированных *Agrobacterium rhizogenes*. Наилучшие показатели повышения удельного содержания ПФ в корнях наблюдаются при использовании Биолана в концентрации 5 мкл/л (до 130 мг/г сухой массы корней) и Эмистима в концентрации 2,5 мкл/л (до 220 мг/г сухой массы корней). Наивысшую стимулирующую рост корней активность проявляют регуляторы роста Эмистим, Ивин и Чаркор - в концентрациях 2,5 – 10 мкл/л значительно повышают общее количество ПФ: до 35 раз по сравнению с контролем (регулятор Эмистим), до 28 раз (регулятор Ивин) и до 8,0-8,7 раз за 30 дней (регулятор Чаркор). Полученные результаты подтверждают возможность использования данных РРР для повышения прироста биомассы и синтеза ПФ в культурах „бородатых корней” цикория.

## БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 665.939.35:664.8.022

Л.А. ЧЕРНОВА<sup>1</sup>; В.Г. ГОРБАНЬ<sup>1</sup>, кандидат технических наук; С.П. АНТОНЕНКО<sup>1</sup>; И.Н. ГУДВИЛОВИЧ<sup>2</sup>, кандидат биологических наук; А.Б. БОРОВКОВ<sup>2</sup>, кандидат биологических наук

<sup>1</sup> Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

<sup>2</sup> Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь

## ПОЛУЧЕНИЕ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА КАРОТИНОИДОВ ИЗ МИКРОВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA* TEOD.

Экспериментально обоснованы этапы технологии получения масляного экстракта β-каротина на основе биомассы микроводоросли *D. salina*. Разрабатываемая технология включает как культивирование *D. salina* для получения сырья, так и этап экстракции, для которого экспериментально определены: оптимальный экстрагент, температурный режим и длительность экстракции, а также оптимальные соотношения сырья и экстрагента, способствующие повышению эффективности экстракции пигмента.

**Ключевые слова:** β-каротин, *Dunaliella salina*, масляный экстракт.

### Введение

Несбалансированность современного питания, неспособность обеспечить организм человека необходимым количеством эссенциальных веществ является глобальной проблемой. Отмечено, что в организм детей витамина А поступает на 40–70% меньше рекомендованных норм [7].

Развитие пищевой промышленности характеризуется высоким уровнем потребления пищевых красителей, в том числе  $\beta$ -каротина. Чаще всего используют импортное синтетическое соединение, которое может содержать примеси используемых при его синтезе веществ, в той или иной мере токсичных. Альтернативой ему является природный  $\beta$ -каротин из растительного сырья. Сдерживающими факторами широкого использования последнего являются его низкое содержание в сырье, зависимость накопления от природно-климатических условий, сложность регулирования этого процесса.

В последние десятилетия в качестве источника природного  $\beta$ -каротина рассматривается Дуналиелла солоноводная (*Dunaliella salina* Teod.). Этот вид одноклеточных зеленых водорослей, обитающих преимущественно в гиперсолёных водоемах, известен своей способностью накапливать от 0,5 до 10%  $\beta$ -каротина на сухое вещество [5, 9].  $\beta$ -каротин *D. salina* имеет высокую биологическую активность благодаря изомерному составу, которого невозможно добиться путем химического синтеза [10, 11]. По предварительной оценке, запас каротиноидов в соляноудерживающих бассейнах достигает 38 кг/га [4]. Однако использование природных соленых водоемов не может удовлетворить постоянно растущую потребность в каротине. Кроме того, промышленное использование естественных водоемов всегда связано с риском нанесения непоправимого ущерба их экосистеме. В связи с этим решается проблема интенсификации продуктивности рапохранилищ и организации искусственного выращивания каротиноносной водоросли в промышленном масштабе.

Целью работы была разработка технологических приёмов получения масляного экстракта  $\beta$ -каротина на основе нетрадиционного сырья – биомассы микроводоросли *D. salina*.

### Объекты и методы исследования

В процессе работы была использована зеленая галофильная микроводоросль *D. salina* (штамм IBSS-1) из коллекции культур ИнБИОМ НАН Украины.

Микроводоросли выращивали в стеклянных фотобиореакторах плоскопараллельного типа объемом 6 л с рабочей толщиной 5 см. Объем суспензии в каждом культиваторе поддерживали на уровне 5 л. Первоначально культуру *D. salina* выращивали в накопительном режиме на модифицированной питательной среде Тренкеншу [3] с концентрацией морской соли в растворе 120 г·дм<sup>-3</sup>. Первый этап длился до стационарной фазы роста и истощения в среде элементов минерального питания. На этом этапе освещенность рабочей поверхности культиваторов составляла 80 Вт·м<sup>-2</sup>, температура 26–28°C. Далее увеличивали поверхностную освещенность культуры (до 200 Вт·м<sup>-2</sup>) и соленость среды (до 240 г·дм<sup>-3</sup>).

Содержание сухого вещества (СВ) в культуре определяли объемно-весовым [8], а также фотометрическими методами [3, 6]. Определяемые показатели химического состава выражали в пересчете на органическое вещество (ОВ), вычитая из массы навески, высушенной при 105°C, массу зольного остатка. Массовую долю зольного остатка в сырой биомассе микроводорослей определяли весовым методом по [6]. Содержание каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом по Wellburn [12]. Отсепарированная и высушенная при  $t = 40^\circ\text{C}$  биомасса дуналиеллы служила сырьем для дальнейшей экстракции  $\beta$ -каротина. Экстракция  $\beta$ -каротина из биомассы микроводоросли проводилась статическим периодическим методом путем

трехкратного настаивания со сменой экстрагента [1] и предварительной гомогенизацией смеси. В процессе извлечения каротиноидов были обеспечены условия, предотвращающие его изменение при воздействии света и повышенной температуры.

Для выбора оптимального экстрагента экстракцию  $\beta$ -каротина проводили разными видами масел: рафинированным дезодорированным подсолнечным, кукурузным и соевым. Условия проведения процесса: соотношение твёрдой и жидкой фаз 1:20, температура 30°C, длительность 24 часа. При изучении влияния температуры на эффективность экстракции смесь биомассы микроводоросли и подсолнечного масла в соотношении 1:20 настаивали в течение суток при температурах 10, 20, 30, 40, 50, 60°C. Исследование режимов экстракции  $\beta$ -каротина из биомассы *D. salina* проводилось при различных соотношениях твердой и жидкой фаз (1:10; 1:20; 1:30; 1:40) и длительности процесса (1–6 суток). Для определения концентрации  $\beta$ -каротин извлекали из экстрактов этилацетатом. Оптическую плотность растворов определяли фотоколориметрически [2].

### Результаты и обсуждение

Культивирование *D. salina* в эксперименте было организовано от первоначальной плотности культуры 0,42 г ОВ л<sup>-1</sup>. Плотность культуры за 45 суток эксперимента значительно не изменилась, её значение к концу этого периода стабилизировалось на уровне 0,45 г ОВ · л<sup>-1</sup> (рис. 1).

За 40 суток выращивания микроводоросли *D. salina* на втором этапе массовая доля  $\beta$ -каротина в ее клетках возросла с 0,5% до 4% на органическое вещество (см. рис. 1).

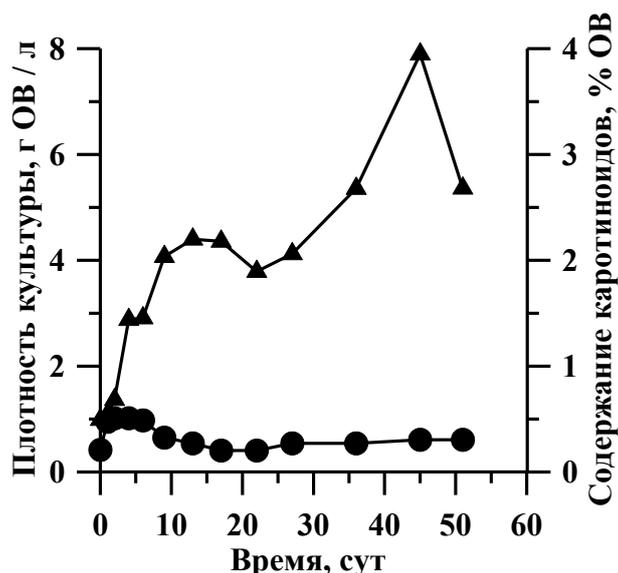


Рис. 1. Динамика содержания суммарных каротиноидов (▲) и плотности культуры (●) *Dunaliella salina* на второй стадии накопительного культивирования микроводоросли

Современные технологии извлечения  $\beta$ -каротина из биомассы микроводоросли *D. salina* заключаются в экстрагировании токсичными органическими растворителями, что усложняет использование его в пищевых целях. Нами была исследована возможность экстракции каротина из высушенной массы микроводоросли природными экстрагентами – растительными маслами. Экстракция пищевыми маслами позволяет

одновременно с каротиноидами извлечь и другие жирорастворимые биологически активные вещества, в частности, полиненасыщенные жирные кислоты и токоферолы.

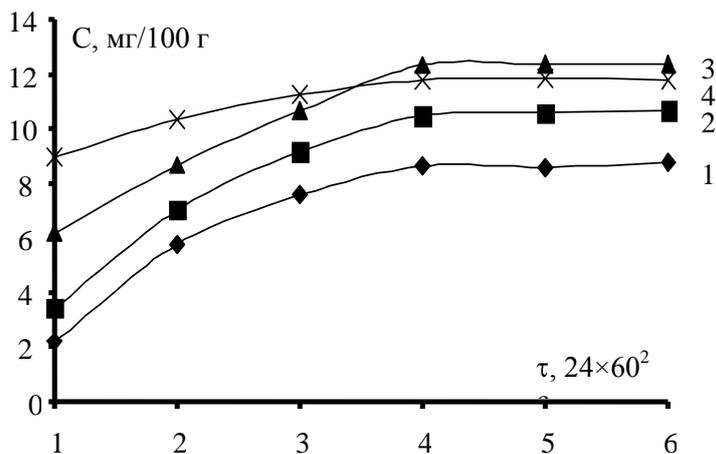
В качестве способа экстракции был выбран статический периодический способ, не требующий значительных затрат оборудования и материалов. Для выбора оптимального экстрагента проводили экстракцию  $\beta$ -каротина из биомассы микроводоросли разными видами масел: рафинированным дезодорированным подсолнечным, кукурузным и соевым. Установлено, что максимальная экстракция обеспечивается кукурузным и подсолнечным маслами (табл. 1), однако из-за доступности приоритетным было выбрано подсолнечное масло.

Таблица 1.

**Содержание  $\beta$ -каротина в масляных экстрактах  
из биомассы микроводоросли *Dunaliella salina***

Экстрагент	Содержание $\beta$ -каротина, мг/100г экстракта
Подсолнечное масло	61,8±2,5
Кукурузное масло	64,6±2,6
Соевое масло	55,5±2,2

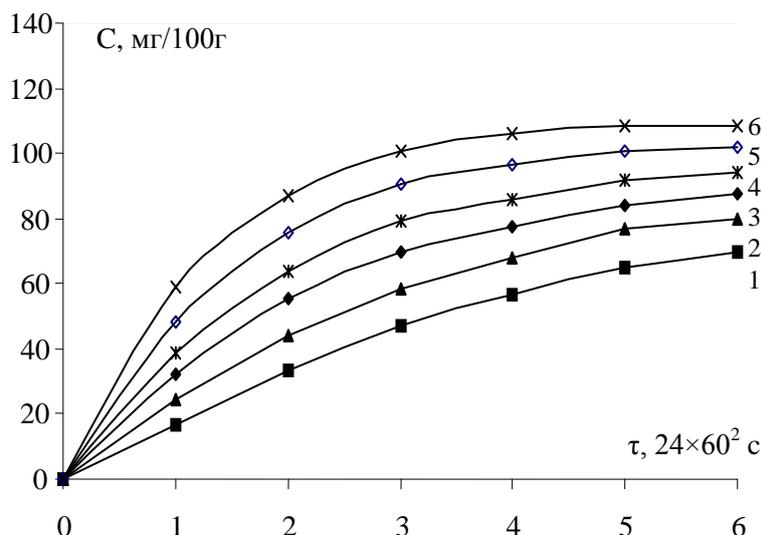
Экспериментальным путем исследовали влияние соотношения твердой и жидкой фаз и продолжительности настаивания на эффективность экстракции  $\beta$ -каротина. Показано, что интенсивность перехода  $\beta$ -каротина в масло зависит от длительности процесса экстрагирования (рис. 2).



**Рис. 2. Динамика накопления  $\beta$ -каротина в экстракте при соотношении твердой и жидкой фаз: 1 – 1:40; 2 – 1:30; 3 – 1:20; 4 – 1:10**

С 1-х по 4-е сутки массовая доля  $\beta$ -каротина во всех исследуемых образцах возрастает, а в дальнейшем – существенно не увеличивается. Установлено, что количество  $\beta$ -каротина, содержащегося в масле, зависит от соотношения твердой и жидкой фаз. Показано, что для максимального экстрагирования  $\beta$ -каротина при исследуемых условиях оптимальным является соотношение порошка микроводоросли и масла 1:20 (см. рис. 2). В данном варианте опыта после 4-х дней экстрагирования зафиксировано наибольшее содержание  $\beta$ -каротина, которое составило 123,6±4,9 мг/100г (см. рис. 2).

Также изучали влияние температуры на эффективность экстракции  $\beta$ -каротина. Экспериментально показано, что скорость масляной экстракции  $\beta$ -каротина увеличивается с повышением температуры (рис. 3).



**Рис. 3. Зависимость степени экстракции  $\beta$ -каротина от температуры:**  
1 – 10°C; 2 – 20°C; 3 – 30°C; 4 – 40°C; 5 – 50°C; 6 – 60°C

Однако учитывая, что повышение температуры способствует также термоокислению биологически активных веществ и накоплению продуктов окисления жиров, рациональной температурой экстракции была выбрана 30°C.

Так опытным путем были определены оптимальные режимы процесса экстрагирования  $\beta$ -каротина из высушенной биомассы *D. salina* рафинированным дезодорированным подсолнечным маслом, а именно: соотношение сырье : экстрагент – 1:20, температура проведения процесса – 30°C, продолжительность – 4 сут. Полученный экстракт имеет жидкую консистенцию, темно-красный цвет и нейтральный запах. Такие органолептические показатели делают возможным его использование в широком ассортименте пищевых продуктов, а также как самостоятельную диетическую добавку.

### Выводы

1. Предложены и апробированы этапы технологии получения масляного экстракта  $\beta$ -каротина из биомассы микроводоросли *D. salina*.
2. Определены оптимальные параметры получения масляного каротинсодержащего экстракта.
3. Для эффективной экстракции  $\beta$ -каротина из биомассы *D. salina* рекомендуются: экстрагент – подсолнечное масло, температура – 30°C, длительность экстракции – 4 суток, соотношение сырье : экстрагент – 1:20.

### Список литературы

1. Аксельруд Г. А. Экстрагирование (система твердое тело – жидкость) / Г. А. Аксельруд, В. М. Лысянский. – Л.: Химия. – 1974. – 256 с.

2. Антоненко С. П. Изменчивость морфометрических признаков *Dunaliella salina* в условиях культуры / С. П. Антоненко, Т. В. Догадина, В. П. Комаристая // Экология моря. – 2010. – Вып. 81. – С. 5-12.
3. Боровков А. Б. Динамика пигментов и роста микроводорослей в хемостате на примере *Dunaliella salina* Teod.: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Б. Боровков. – Севастополь, 2008. – 28 с.
4. Гудвилович И. Н. Продукционные характеристики микроводорослей *Dunaliella salina* Teod. и *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross. при интенсивном культивировании: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. Н. Гудвилович. – Севастополь, 2011. – 25 с.
5. Масюк Н. П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. / Н. П. Масюк. – К.: Наук. думка, 1973. – 487 с.
6. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – К.: Наук. думка, 1975. – 247 с.
7. Симахина Г. А. Социальные и экономические предпосылки создания в Украине индустрии здорового питания / Г. А. Симахина // Продукты и ингредиенты. – 2008. – №3. – С. 32-36.
8. Тренкеншу Р. П. Влияние элементов минерального питания на продуктивность водоросли *Platymonas viridis* Rouch. / Р. П. Тренкеншу, В. Н. Белянин // Биология моря. – 1979. – № 51. – С. 41-46.
9. Ben-Amotz A. Accumulation of  $\beta$ -carotene in halotolerant algae: purification and characterization of  $\beta$ -carotene-rich globules from *Dunaliella bardawil* (Chlorophyceae) / A. Ben-Amotz, A. Katz, M. Avron // J. Phycol. – 1982. – 18. – P. 529-537.
10. Ben-Amotz A. Bioavailability of a natural isomer mixture compared with synthetic all-trans  $\beta$ -carotene in human serum / A. Ben-Amotz, Y. Levy // Am. J. Clin. Nutr. – 1996. – 63. – P. 729-734.
11. Demming-Adams B. Antioxidants in photosynthesis and human nutrition / B. Demming-Adams, W.W. Adams // Science. – 2002. – V. 298. – P. 2149-2153.
12. Wellburn A. R. The Spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A. R. Wellburn // J. Plant Phys. – 1994. – V. 144. – P. 307-313.

Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.

L.A. CHERNOVA<sup>1</sup>; V.G. GORBAN<sup>1</sup>, Ph.D. in Technology; S.P. ANTONENKO<sup>1</sup>, I.N. GUDVILOVYCH<sup>2</sup>, Ph.D. in Biology; A.B. BOROVKOV<sup>2</sup>, Ph.D. in Biology

<sup>1</sup>Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Biology of the Southern Seas by A. O. Kovalevsky, the National Academy of Sciences of Ukraine, Sevastopol, Ukraine

## **OBTAINING OF CAROTENOIDS OIL EXTRACT FROM MICROALGAE *DUNALIELLA SALINA* TEOD.**

Technology stages of  $\beta$ -carotene oil extraction from *D. salina* microalgae biomass have been proved experimentally. The technology includes both the cultivation of *D. salina* to produce raw material with high  $\beta$ -carotene content and the extraction, for which the optimal conditions (temperature and duration of extraction, the optimal ratio of material and extractant) that improve the efficiency of pigment extraction have been experimentally determined.

Л.О. ЧЕРНОВА<sup>1</sup>; В.Г. ГОРБАНЬ<sup>1</sup>, кандидат технічних наук; С.П. АНТОНЕНКО<sup>1</sup>; І.М. ГУДВІЛОВИЧ<sup>2</sup>, кандидат біологічних наук; А.Б. БОРОВКОВ<sup>2</sup>, кандидат біологічних наук

<sup>1</sup>Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАНУ, м. Севастополь, Україна

### **ОТРИМАННЯ МАСЛЯНОГО ЕКСТРАКТУ КАРОТИНОЇДІВ З МІКРОВОДОРОСТІ *DUNALIELLA SALINA* TEOD.**

Експериментально обґрунтовані етапи технології отримання масляного екстракту β-каротину на основі біомаси мікроводорості *D. salina*. Технологія включає як культивування *D. salina* для отримання сировини зі значним вмістом β-каротину, так і етап екстракції, для якого експериментально визначені: оптимальний екстрагент, температурний режим і тривалість екстракції, а також оптимальні співвідношення сировини і екстрагента, що сприяють підвищенню ефективності екстракції пігменту.

Л.А. ЧЕРНОВА<sup>1</sup>; В.Г. ГОРБАНЬ<sup>1</sup>, кандидат технічних наук; С.П. АНТОНЕНКО<sup>1</sup>; І.Н. ГУДВІЛОВИЧ<sup>2</sup>, кандидат біологічних наук; А.Б. БОРОВКОВ<sup>2</sup>, кандидат біологічних наук

<sup>1</sup>Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков, Украина

<sup>2</sup>Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

### **ПОЛУЧЕНИЕ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА КАРОТИНОИДОВ ИЗ МИКРОВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA* TEOD.**

Экспериментально обоснованы этапы технологии получения масляного экстракта β-каротина на основе биомассы микроводоросли *D. salina*. Разрабатываемая технология включает как культивирование *D. salina* для получения сырья со значительным содержанием β-каротина, так и этап экстракции, для которого экспериментально определены: оптимальный экстрагент, температурный режим и длительность экстракции, а также оптимальные соотношения сырья и экстрагента, способствующие повышению эффективности экстракции пигмента.

## **ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

УДК 582.71.1:58.032.3(477.75)

В.А. БРАЙЛКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым

### **ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОГО РЕЖИМА ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ ВИДОВ РОДА *LONICERA* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**

Статья посвящена комплексному исследованию некоторых особенностей водного режима вечнозеленых видов рода *Lonicera* при подборе устойчивых к засухе растений для развития декоративного садоводства. Проанализированы показатели общей оводненности, водоудерживающей способности и водного дефицита в зоне интродукции. На основе проведенного исследования предлагается выделить *Lonicera pileata* и садовую форму *Lonicera nitida* 'Elegant' как более засухоустойчивые виды,

которые способны поддерживать стабильный уровень оводненности листьев и обладают относительно высокими водоудерживающей и репаративной способностями.

**Ключевые слова:** вечнозеленые виды *Lonicera*, засухоустойчивость, общая оводненность листьев, водоудерживающая способность, водный дефицит.

### Введение

Одна из основных задач современной биологии состоит в исследовании особенностей существования организма в зависимости от экологических факторов. Большинство стрессовых воздействий изменяют водный режим растений [10]. Водный стресс вызывает повреждения растений на разных уровнях их организации: дегидратация содержимого клеток, обусловленная засухой, приводит к потере тургора, снижению водного и осмотического потенциала, интенсивности и продуктивности фотосинтеза [4]. Несмотря на значительный прогресс в решении теоретических и практических вопросов адаптации растений, в настоящее время важны глубокие физиологические исследования с целью выявления ведущих эндогенных и экзогенных факторов, лимитирующих реализацию адаптационного потенциала растения в целом, или в конкретных агроклиматических регионах [11, 13].

Вечнозеленые жимолости перспективны для применения в озеленении [1, 2, 8, 12], однако сведения об их засухоустойчивости, имеющиеся в литературных источниках, отрывочны и противоречивы. Для Крыма и юга Украины вопрос подбора устойчивых к засухе видов для развития декоративного садоводства довольно актуален.

Введение в культуру и использование в массовом озеленении новых видов и форм проводится на основании научно-обоснованного ассортимента, отобранного по результатам исследования морфобиологических, физиологических и экологических особенностей растений, выявления их адаптивных возможностей и устойчивости в зоне интродукции, а также определения оптимальных условий произрастания.

В связи с этим, целью нашей работы было выявление некоторых особенностей водного режима как одного из звеньев механизма адаптации и формирования устойчивости вечнозеленых видов жимолости к неблагоприятным факторам среды, а также определение возможности использования данных интродуцентов в культурфитоценозах Южного берега Крыма (ЮБК).

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили вечнозеленые виды рода *Lonicera*: *L. japonica* Thunb., *L. pileata* Oliv., *L. nitida* Wils., и садовые формы *L. pileata* 'Variegata', *L. nitida* 'Elegant' из коллекции Никитского ботанического сада. Исследования проводили с апреля 2012 по март 2013 гг. Пробы листьев отбирали подекадно. Водоудерживающую способность и устойчивость к обезвоживанию определяли по методу А.И. Лищука [6]; водный дефицит – по методу М.Д. Кушниренко, Г.П. Курчатовой, Е.В. Крюковой [3], оводненности тканей – весовым методом; сублетальный водный дефицит – по методу Т.В. Фальковой [9]. В работе также использованы данные агрометеостанции «Никитский сад», характеризующие погодные условия вегетационного периода.

### Результаты и обсуждение

При изучении оводненности листьев изучаемых видов и форм вечнозеленых жимолостей в течение вегетационного периода можно отметить одинаковый характер изменения данного показателя (табл. 1). Так, у видов *L. japonica*, *L. nitida* и садовой формы *L. pileata* 'Variegata' наблюдается резкое изменение общей оводненности в момент засухи (июнь – август). В целом максимальная степень оводненности тканей

листа в течение вегетации отмечена у вида *L. pileata*, а минимальная – у вида *L. nitida* (70,0 и 61,3% соответственно). Таким образом, на основании результатов проведенных исследований обнаружена тенденция к снижению оводненности от мая к сентябрю, а также в январе и феврале, что связано с изменением погодных условий.

Таблица 1

**Общее содержание воды в листьях вечнозеленых видов рода *Lonicera* L.  
(2012 – 2013 гг., % на сырую массу)**

Виды, формы /месяц	<i>L. japonica</i>	<i>L. nitida</i>	<i>L. nitida</i> 'Elegant'	<i>L. pileata</i>	<i>L. pileata</i> 'Variegata'
Апрель	72,9 ± 4,6	56,3 ± 5,1	65,3 ± 3,9	78,6 ± 3,5	75,6 ± 5,2
Май	70,4 ± 4,2	74,9 ± 4,3	70,5 ± 2,4	68,7 ± 3,4	70,1 ± 3,8
Июнь	60,3 ± 3,9	62,8 ± 7,2	65,0 ± 0,9	60,3 ± 5,8	61,9 ± 1,7
Июль	65,9 ± 9,0	64,7 ± 9,9	66,9 ± 9,0	65,9 ± 9,3	59,2 ± 8,2
Август	59,3 ± 8,4	52,4 ± 7,7	54,1 ± 5,7	57,8 ± 9,1	48,3 ± 10,5
Сентябрь	76,9 ± 2,7	68,3 ± 0,8	60,0 ± 0,4	76,9 ± 3,5	59,0 ± 4,2
Октябрь	72,1 ± 6,3	82,4 ± 6,9	79,5 ± 7,0	78,7 ± 5,7	72,4 ± 3,8
Ноябрь	75,8 ± 2,6	74,5 ± 2,8	75,8 ± 2,5	75,6 ± 4,1	70,5 ± 3,5
Декабрь	73,6 ± 2,5	68,3 ± 2,6	69,5 ± 2,7	71,2 ± 3,4	65,8 ± 2,6
Январь	67,8 ± 1,4	64,2 ± 2,0	65,4 ± 2,0	68,9 ± 1,1	63,2 ± 1,3
Февраль	62,5 ± 4,1	59,5 ± 2,4	63,2 ± 1,1	67,8 ± 0,6	64,9 ± 0,8
Март	65,8 ± 1,6	64,9 ± 2,7	79,1 ± 7,9	68,5 ± 0,3	60,0 ± 2,5
Коэффициент вариации, %	8,3	12,1	10,7	9,2	11,0

Стабильность водного режима характеризуется коэффициентом вариации содержания воды в листьях во время вегетации [5]. Выявлено, что у вида *L. pileata* и садовой формы *L. nitida* 'Elegant' амплитуда колебания оводненности листьев в зависимости от внешних условий меньше, чем у других жимолостей, что свидетельствует о своеобразной буферности водного режима. *L. nitida* и садовая форма *L. pileata* 'Variegata' характеризуются наивысшими показателями коэффициента вариации общего содержания воды (11,0 и 12,1%), что указывает на меньшую стабильность параметров их водного режима.

Известно, что водоудерживающая способность тканей является одним из основных показателей водного режима, характеризующих способность растений переносить длительное обезвоживание. Она связана с процессами гидратации и иммобилизации воды структурными компонентами клетки и непосредственно с процессами метаболизма. Значение этого показателя – динамичная величина [7]. При комплексном действии засухи и жары у вечнозеленых жимолостей водоудерживающая способность увеличивается (8 – 12 часов в июле и августе), вероятно, за счет перераспределения фракционного состава воды в сторону увеличения прочно связанной, что является одной из основных защитных реакций растительного организма. В остальное время вегетационного периода все исследованные вечнозеленые виды жимолости характеризуются низкими значениями водоудерживающей способности: сублетальный водный дефицит от состояния полного насыщения наступает через 5 – 7 часов от начала завядания (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые параметры водного режима видов рода *Lonicera* (сентябрь 2012 года)

Виды	Общая оводненность листьев, %	Сублетальный водный дефицит (СБВД), %	Время достижения СБВД	Листья, восстановившие тургор после завядания, %	% площади повреждения листовой пластины
<i>L. japonica</i>	76,9±2,8	25	5 часов 30 минут	65	6,8±1,1
<i>L. nitida</i>	68,3±3,6	35	7 часов 50 минут	79	6,5±0,4
<i>L. nitida</i> 'Elegant'	60,0±1,9	35	6 часов 15 минут	78	6,0±1,3
<i>L. pileata</i>	76,9±4,2	25	6 часов 00 минут	75	5,3±0,7
<i>L. pileata</i> 'Variegata'	59,0±5,9	25	5 часов 30 минут	60	7,8±1,0

Под сублетальным водным дефицитом подразумевается та часть количества воды насыщения, отнятие которой вызывает отмирание самых чувствительных клеток тканей листа. Критической точкой в данном случае считали такое значение дефицита, когда отмирало около 5% поверхности листа [9]. Наиболее стремительно вода теряется листьями в первые 4 – 5 часов, далее потеря воды происходит медленно. При быстрой водоотдаче в начальные часы завядания изменение метаболических процессов происходит медленно, а это снижает уровень защитно-приспособительных реакций [10]. В связи с этим происходят повреждения в клетках, что и обуславливает низкую способность листьев восстанавливать тургор после завядания. В наших исследованиях между водоудерживающей способностью и репаративной способностью обнаружена прямая зависимость: виды, которые характеризуются более высокими значениями первого – *L. nitida* и *L. pileata* – с большей скоростью восстанавливаются после снятия водного стресса. При повышении температуры и уменьшении влажности воздуха в дневные часы даже при достаточной обеспеченности растений влагой у них возникает водный дефицит [4]. Дефицит воды в тканях листьев определяли как в жаркое, так и в холодное время года, поскольку вечнозеленые виды жимолостей интересны как круглогодично декоративные растения (табл. 3).

Таблица 3

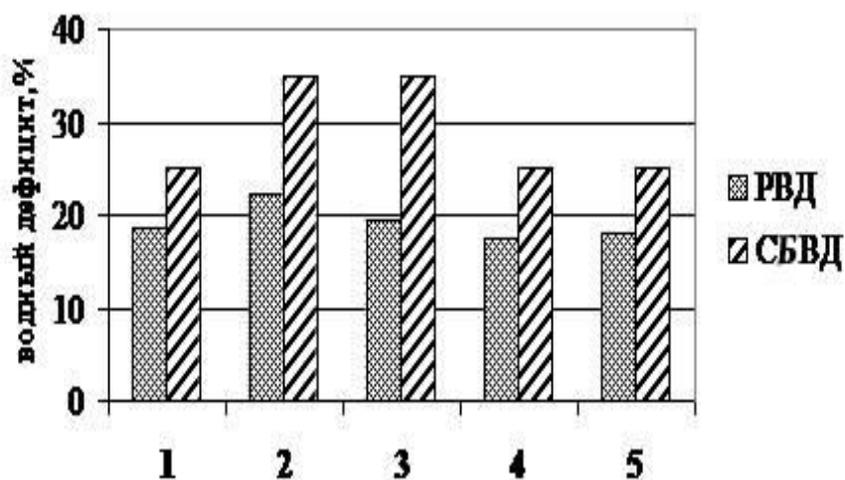
**Водный дефицит в листьях вечнозеленых видов рода *Lonicera* (2012-2013 гг.)**

Дата отбора проб		Величина водного дефицита (% от количества воды в листьях в состоянии полного насыщения)			Среднесуточная температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %
		<i>L. japonica</i>	<i>L. nitida</i>	<i>L. pileata</i>		
Жаркое время года	22/V	3,5	6,2	9,8	18,0	80
	20/VI	9,0	9,7	5,1	25,0	48
	26/VII	19,8	17,4	17,4	30,4	44
	21/VIII	2,4	2,2	5,4	25,1	57
Холодное время года	16/XII	6,9	12,3	10,2	3,9	82
	18/I	10,7	9,9	10,5	7,0	71
	6/II	12,6	18,2	11,4	6,2	76

Максимальный водный дефицит в летнее время обнаружен в молодых листьях, у которых он достигал 17,4 – 19,8% (его значение было близким к сублетальному), очевидно вследствие слабого развития покровных тканей. Стремительное увеличение водного дефицита в июле привело к повреждениям листовых пластин в виде хлорозных пятен у *L. japonica*. Высокое значение реального водного дефицита наблюдалось также в холодное время года (февраль 2013, когда среднесуточная температура опустилась до 6,2°С, а минимальная – до 2,5°С) – 11,4 и 18,2% соответственно для *L. japonica* и *L. nitida*.

При рассмотрении суточной динамики водного дефицита в летнее время обнаружена общая тенденция реакции вечнозеленых жимолостей к увеличению этого показателя от утренних часов к полуденным. В ночное время, когда транспирация резко снижена, дефицит воды в листьях компенсируется, снижаясь до 4,6-9,5%. Пробы отбирались три раза в сутки: утром (в часы наибольшего насыщения тканей водой), в 13 часов (в часы наибольшей напряженности метеофакторов) и после захода солнца. Так, анализ реального водного дефицита в день со среднесуточной температурой +29,1°С и с пониженной относительной влажностью воздуха 47% показал, что его уровень в полуденные часы достигал 17,4-9,8%, при этом отмечено относительно слабое восстановление водного баланса в вечернее время (12,2-17,6%), а остаточный (утренний) водный дефицит составлял 6,3-9,5%. Из этого можно заключить, что вечнозеленые виды жимолости в условиях ЮБК в моменты летней засухи, характеризующейся сочетанием высокой температуры и низкой влажности воздуха, не испытывают длительного водного дефицита за счет способности восстанавливать водный баланс в ночное время.

Послеполуденное возрастание водного дефицита в листьях, пока оно не достигает своих крайних пределов, – явление нормальное и служит средством регулирования расхода воды в процессе транспирации [4]. Поэтому мы сравнили величину сублетального водного дефицита, установленную в контролируемых условиях, с максимальным реальным дефицитом, который был обнаружен в сухую и жаркую погоду в природных условиях (рис.1).



**Рис. 1. Максимальный реальный (РВД) и сублетальный (СБВД) водный дефицит листьев вечнозеленых видов рода *Lonicera*: 1 - *L. japonica*, 2 - *L. nitida*, 3 - *L. nitida* 'Elegant', 4 - *L. pileata*, 5 - *L. pileata* 'Variegata'**

Таким образом, установлено, что водный дефицит *L. japonica* и *L. pileata* 'Variegata' в условиях ЮБК способен приближаться к своему критическому значению (но не достигает его), что сказывается на функциональном состоянии данных видов, вызывает повреждения и ухудшает их декоративность.

### Выводы

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в условиях ЮБК устойчивость к засухе у вечнозеленых видов жимолостей обеспечивается за счет высокой водоудерживающей способности тканей листа, что позволяет указанным видам сохранять относительно высокую оводненность тканей при нарастающем действии засухи. В листьях вечнозеленых видов рода *Lonicera* в условиях интродукции величина реального водного дефицита не достигает сублетальных значений, что позволяет отнести их к перспективным декоративным растениям для зеленого строительства.

На основании исследования комплекса физиологических показателей водного режима выявлено, что *L. pileata* и садовая форма *L. nitida* 'Elegant' обладают более высокой засухоустойчивостью благодаря поддержанию стабильного уровня оводненности листьев и относительно высоким водоудерживающей и репаративной способностям, что дает возможность выращивать их при ограниченном поливе. Относительно низкая степень засухоустойчивости в весенне-летний период 2012 г. выявлена у видов *L. nitida* и *L. pileata* 'Variegata'.

### Список литературы

1. Галушко Р. В. Древесные растения с красивыми плодами и листьями в декоративном садоводстве / Р. В. Галушко, В. . Кузнецова, М. В. Ежов. – К.: Аграрна наука, 2005. – С. 18.
2. Глухов А. З. Виды рода жимолость на Юго-востоке Украины / А. З. Глухов, Д. Р. Костырко, С. Н. Осавлюк. – Донецк, 2002. – 120 с.

3. Кушниренко М. Д. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко, Г. П. Курчатова, Е. В. Крюкова – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 21 с.
4. Кушниренко М. Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М. Д. Кушниренко, С. Н. Печерская. – Кишинёв: Штиинца, 1991. – 305 с.
5. Лерман Р. И. Особенности водного обмена растений в связи с их географическим происхождением // Физиологические исследования интродуцируемых растений / Р. И. Лерман. – М.; Л: Наука, 1966. – С.46.
6. Лищук А. И. Методика определения водоудерживающей способности к обезвоживанию листьев плодовых культур // Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур: методические рекомендации / А. И. Лищук. – М., 1991. – С. 33-36.
7. Лищук А. И. Засухо- и жароустойчивость плодовых косточковых пород в условиях Крыма // Вопросы интродукции и акклиматизации растений / А. И. Лищук. – М., 1991. – С. 113.
8. Рябова Н. В. Жимолость. Итоги интродукции в Москве / Н.В. Рябова. – М.: Наука, 1971. – 160 с.
9. Фалькова Т. В. Метод определения сублетального водного дефицита // Методические указания по физиологической оценке устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды / Т. В. Фалькова, Е. А. Яблонский, А. И. Лищук и др. – Ялта, 1979.– С.15-16.
10. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т. В. Чиркова. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 244 с.
11. Шарикова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф. М. Шарикова. – Уфа: Гилем, 2001. – 159 с.
12. Шкарлет О. Д. Жимолостные в декоративном садоводстве Крыма / О. Д. Шкарлет, А. И. Улейская, Е. А. Васильева. – Ялта, 1999. – 33 с.
13. Prasad P. V. Impacts of drought and heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants / P. V. Prasad, S. A. Staggenborg, Z. Ristic // Advances in Agricultural Sistem Modeling. Series 1. – 2008. – P. 301-355.

Статья поступила в редакцию 14.08.2013 г.

V.A. BRAILKO

Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center, Yalta, AR Crimea, Ukraine

### **CHARACTERISTICS OF SOME WATER REGIME FEATURES FOR THE EVERGREEN *LONICERA* L. SPECIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA**

Some features of the water regime in the evergreen species from genus *Lonicera* in the conditions of the Southern coast of Crimea have been determined. Based on the studies of the total water content, water holding capacity and leaves` water deficit it has been found out that *L. pileata* and the garden form of *L. nitida* ‘Elegant’ are more drought-resistant. These characteristics are of great dynamics and changed during the year cycle depending on weather factors` tension. Maximum of the water deficit during the summer drought has been noted in the young leaves where it reached sublethal value.

В.А. БРАЇЛКО

Нікитський ботанічний сад – Національний науковий центр, м. Ялта, АР Крим, Україна

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ВОДНОГО РЕЖИМУ ВІЧНОЗЕЛЕНИХ ВИДІВ РОДУ *LONICERA* L. В УМОВАХ ПІВДЕННОГО БЕРЕГУ КРИМУ**

Виявленні особливості водного режиму вічнозелених видів роду *Lonicera* в умовах Південного берегу Криму. На основі досліджень загальної кількості води, водоутримуючої здатності та водного дефіциту листків встановлено, що *L. pileata* і садова форма *L. nitida* 'Elegant' мають більш високу посухостійкість. Дані характеристики досить динамічні і змінювались у річному циклі в залежності від напруження метеофакторів. Максимальна величина водного дефіциту визначена під час літньої посухи у молодих листків, коли вона наближається до сублетального значення.

В.А. БРАИЛКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым

### **ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОГО РЕЖИМА ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ ВИДОВ РОДА *LONICERA* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**

Виявлені деякі особливості водного режиму вічнозелених видів роду *Lonicera* в умовах Южного берега Криму. На основі дослідження загальної оводненості, вододерживаючої здатності та водного дефіциту листків встановлено, що *L. pileata* і садова форма *L. nitida* 'Elegant' мають більш високу посухостійкість. Дані характеристики динамічні і змінювались в річному циклі в залежності від ступеня напруженості метеофакторів. Максимальна величина водного дефіциту в час літньої посухи виявлена у молодих листках, у яких вона досягала сублетального значення.

## ***РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ***

УДК 582.475:581.16(477.72)

Ю.С. ЛИТВИНЕНКО

Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН України, смт Асканія-Нова

### **ОЦІНКА РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИДІВ РОДУ *PINUS* L. НА ПІВДНІ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПИЛКУ**

*Наведено результати вивчення генеративної сфери представників роду *Pinus* L. (11 видів і 1 форма) в умовах півдня Степової зони України. В ході досліджень насінневої продуктивності та якості пилку встановлено різний рівень адаптації інтродуцентів до нових умов зростання*

**Ключові слова:** інтродукція, *Pinus* L., насіннева продуктивність, якість пилку

### Вступ

Відомо, що при інтродукції рослини підпадають під вплив нових природно-кліматичних факторів, які істотно впливають на репродуктивну сферу, викликаючи при цьому різні порушення і зміни. Це в свою чергу призводить до зниження якості насіння, яка іноді розглядається як один з основних показників адаптації виду в новому регіоні [7]. Тому для вирішення задач ефективного використання інтродуцентів необхідні знання їх репродуктивної біології в нових умовах вирощування, визначення насінневої продуктивності і якості насіння місцевої репродукції [3].

За 125-річний період існування дендропарку «Асканія-Нова» в жорстких природно-кліматичних умовах південного степу, на штучному зрошенні, первинні інтродукційні випробування пройшли 33 види і 2 форми роду *Pinus* L. На сьогодні колекція сосен представлена 16 видами і 1 формою, з яких генеративного віку досягли 14 видів і 1 форма. Із 2011 року розпочато вивчення біоекологічних особливостей представників роду *Pinus* у зв'язку з інтродукцією на південь степової зони України і важливим етапом акліматизації інтродуцентів після перенесення їх в нові умови і первинного випробування – отриманням рослин другого покоління з насіння місцевої репродукції.

Тому метою нашої роботи було визначити репродуктивний потенціал сосен, інтродукованих в дендропарк «Асканія-Нова», за насінневою продуктивністю і якістю пилку.

### Об'єкти та методи досліджень

Дослідження проводили в колекційних насадженнях дендропарку "Асканія-Нова". Об'єктами досліджень були 11 видів і 1 форма роду *Pinus*. Для визначення насінневої продуктивності відбирали не менше 30 шишок кожного виду, при перших ознаках розмикання насінневих лусок підраховували кількість фертильних насінневих зачатків на кожному мегастробілі (потенційна насіннева продуктивність – ПНП), кількість нормально розвиненого життєздатного насіння на ту саму одиницю виміру (реальна насіннева продуктивність – РНП). Оскільки об'єктами досліджень були різні види роду *Pinus*, визначали також коефіцієнт занасінення (співвідношення ПНП та РНП) і рівень мінливості зазначених показників. Оцінку мінливості проводили за шкалою С.А. Мамаєва [2]. Урожай шишок визначали як середнє з оцінок в балах модельних дерев у групі [4]. Дослідження якості пилку проводили на тимчасових препаратах, фарбованих ацетокарміном [5]. Визначали біометричні показники – співвідношення довжини тіла пилкового зерна до його висоти та відсоток аномальних пилкових зерен. Життєздатність пилку оцінювали шляхом пророщування у 15%-ному розчині сахарози та дистильованій води (контроль). Предметні скельця розміщували в чашках Петрі на зволожений фільтрувальний папір і ставили в термостат при температурі 29°C. За 2, 4 та 6 діб підраховували кількість пилкових зерен, які проросли.

### Результати досліджень

При вивченні репродуктивної здатності інтродукованих хвойних визначаються об'єктивні кількісні та якісні показники: кількість насіння в одному мегастробілі, кількість повноцінного насіння, маса 1000 шт. насінин, урожайність шишок тощо. При цьому значення мають вік, таксаційні показники та кількість рослин у групі [6]. За даними спостережень 2011 р., в умовах дендропарку жоден з дослідних видів не мав найвищого балу врожайності шишок (табл. 1), оцінку 4 бали мали лише *P. montana* Mill. 'Mughus' та *P. pallasiana* D. Don., найменший урожай відмічено у *P. kochiana* Klotzsch ex C. Koch, *P. monticola* Dougl. та *P. ponderosa* Dougl.

Таблиця 1

**Урожай шишок та якісні показники насіння сосен  
у дендропарку «Асканія-Нова»**

Вид	Кількість особин, шт.	Вік рослин, років	Урожай шишок, бал	Маса 1000 насінин, г	Схожість насіння, %
1	2	3	4	5	6
<i>Pinus cembra</i> L.	6	40	2	178,24	0
<i>P. eldarica</i> Medw.	1	46	3	70,76	10
<i>P. hamata</i> D. Sosn.	1	38	3	6,34	2
<i>P. kochiana</i> Klotzsch ex C. Koch	3	20–38	1	6,18	1
<i>P. montana</i> Mill. 'Mughus'	5	19–41	4	4,93	0
<i>P. monticola</i> Dougl.	2	39	1	5,20	0
<i>P. nigra</i> Arnold	25	110	2	13,00	2
<i>P. pallasiana</i> D. Don.	3000	43–113	4	13,16	2
<i>P. peuce</i> Griseb.	2	42	3	30,43	0
<i>P. ponderosa</i> Dougl.	4	42	1	46,70	0
<i>P. strobus</i> L.	1	40	3	11,14	8
<i>P. sylvestris</i> L.	17	40	3	4,25	0,5

Слід зазначити, що незалежно від урожайності шишок, різні види сосен в умовах дендропарку «Асканія-Нова» утворюють насіння різної якості (табл. 2). Найбільша кількість порушень у ході ембріогенезу виявляється у *P. ponderosa*. В шишках цього виду формується найбільша кількість недорозвинуеного насіння ( $48,85 \pm 1,97$ ) і найменша кількість виповненого ( $8,05 \pm 1,54$ ) і, як наслідок, процент занасінення є найменшим (11,39%).

Найвищі показники з ПНП, РНП і, відповідно, високий процент занасінення мають *P. cembra*, *P. eldarica*, *P. nigra* та *P. pallasiana*. При цьому у *P. cembra* низький показник кількості недорозвинуеного насіння ( $9,50 \pm 0,76$ ). Найнижчі показники з ПНП, РНП і, відповідно, низький процент занасінення мають *P. kochiana*, *P. peuce*, *P. strobus* та *P. sylvestris*. *P. montana* 'Mughus' має високий ПНП, найменший показник РНП і, відповідно, дуже низький процент занасінення (18,47%).

Таблиця 2

**Мінливість кількості насінневих зачатків у фертильній зоні шишок і кількості насіння в одній шишці у представників роду *Pinus* в дендропарку «Асканія-Нова»**

Вид	Кількість насінневих зачатків у фертильній зоні	Кількість виповненого насіння	Кількість недорозвинуеного насіння	Процент занасінення
	$\frac{M \pm m}{Cv \%}$	$\frac{M \pm m}{Cv \%}$	$\frac{M \pm m}{Cv \%}$	
1	2	3	4	5
<i>Pinus cembra</i> L.	$\frac{38,10 \pm 2,01}{23,65}$	$\frac{25,15 \pm 2,66}{43,35}$	$\frac{9,50 \pm 0,76}{35,89}$	66,01
<i>P. eldarica</i> Medw.	$\frac{82,60 \pm 2,12}{11,46}$	$\frac{44,55 \pm 1,58}{15,87}$	$\frac{8,85 \pm 0,60}{30,28}$	38,13

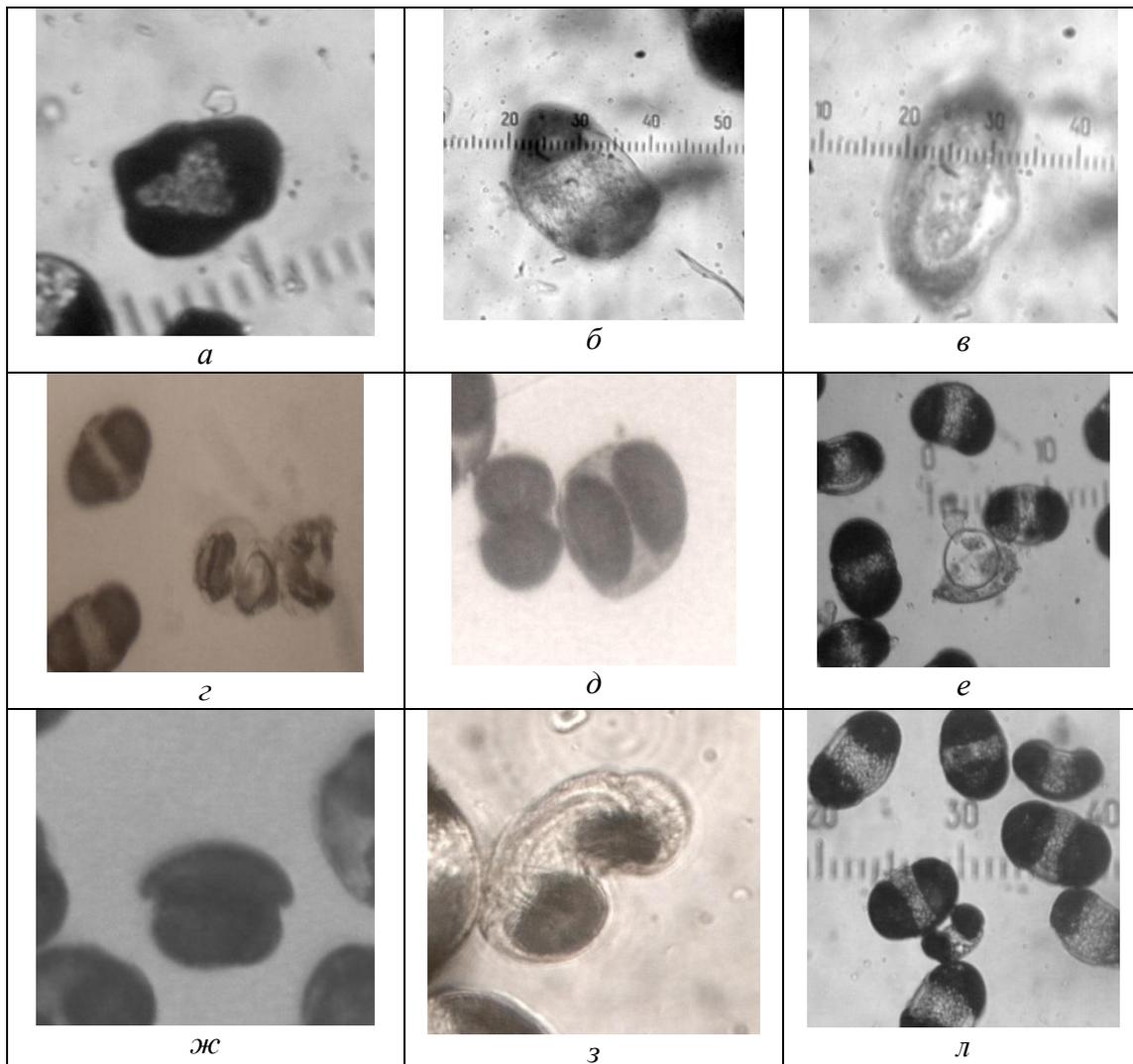
Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
<i>P. hamata</i> D. Sosn.	$\frac{36,70 \pm 1,35}{16,43}$	$\frac{21,85 \pm 1,76}{36,06}$	$\frac{7,40 \pm 0,76}{45,67}$	59,53
<i>P. kochiana</i> C. Koch	$\frac{39,50 \pm 1,60}{18,12}$	$\frac{16,40 \pm 1,22}{33,23}$	$\frac{15,15 \pm 1,00}{29,44}$	41,51
<i>P. montana</i> Mill. 'Mughus'	$\frac{51,70 \pm 2,09}{18,06}$	$\frac{9,55 \pm 0,77}{36,23}$	$\frac{19,20 \pm 1,02}{23,70}$	18,47
<i>P. monticola</i> Dougl.	$\frac{52,80 \pm 1,41}{11,93}$	$\frac{27,10 \pm 2,09}{34,46}$	$\frac{26,85 \pm 1,51}{25,73}$	51,33
<i>P. nigra</i> Arnold	$\frac{49,70 \pm 1,51}{13,58}$	$\frac{42,00 \pm 2,28}{24,28}$	$\frac{42,00 \pm 2,28}{24,28}$	84,50
<i>P. pallasiana</i> D. Don.	$\frac{44,60 \pm 1,58}{15,87}$	$\frac{30,55 \pm 0,12}{32,73}$	$\frac{21,40 \pm 0,98}{20,51}$	68,50
<i>P. peuce</i> Griseb.	$\frac{54,30 \pm 1,51}{12,43}$	$\frac{13,90 \pm 1,00}{32,20}$	$\frac{23,8 \pm 1,06}{19,91}$	25,60
<i>P. ponderosa</i> Dougl.	$\frac{70,70 \pm 3,58}{22,67}$	$\frac{8,05 \pm 1,54}{85,34}$	$\frac{48,85 \pm 1,97}{18,00}$	11,39
<i>P. strobus</i> L.	$\frac{74,10 \pm 1,91}{11,52}$	$\frac{31,50 \pm 1,44}{20,38}$	$\frac{20,01 \pm 0,95}{20,43}$	60,12
<i>P. sylvestris</i> L.	$\frac{30,70 \pm 1,38}{20,06}$	$\frac{10,75 \pm 0,50}{20,65}$	$\frac{17,80 \pm 0,63}{15,73}$	35,01

Отже, 10 видів сосен за кількістю фертильних насінневих зачатків на одному мегастробілі характеризуються середнім рівнем мінливості (16–25%), а за кількістю нормально розвиненого життєздатного насіння – підвищеним рівнем мінливості (26–35%), окрім *Pinus cembra* та *P. ponderosa* з високим (36–50%) та дуже високим (>50%) рівнем мінливості даних показників, оскільки шишки цих видів сильно пошкоджені шкідниками.

За лабораторною та ґрунтовою схожістю насіння п'ятьох видів виявилось несхожим. Таким чином, умови інтродукції не перешкоджають цвітінню, але є несприятливими для розвитку повноцінного насіння. Однією з причин утворення порожнього насіння може бути відсутність ксеногамії [1]. Але *P. eldarica* та *P. strobus*, які в колекції дендропарку представлені поодинокими екземплярами, мають високий процент занасінення і найвищий показник схожості насіння (8–10%).

Для виявлення причин відносно низької схожості насіння в умовах дендропарку «Асканія-Нова» проведено дослід з вивчення якості пилку сосен (табл. 2). Встановлено, що для всіх видів характерне переважання довжини тіла пилкового зерна над висотою. Пилок з переважанням висоти над довжиною та велетенські гіпертрофовані зерна (порівняно з більшістю нормально розвиненого пилку) відмічено тільки у *P. montana* 'Mughus', *P. ponderosa*, *P. eldarica*; їх віднесено до аномалій [8], кількість яких складала 6,04% від загальної кількості. При визначенні біометричних показників пилку рівень мінливості даних ознак коливався від низького (<7%) до середнього (16–25%), що свідчить про відносну стабільність [2] морфометричних показників пилку інтродукованих сосен.

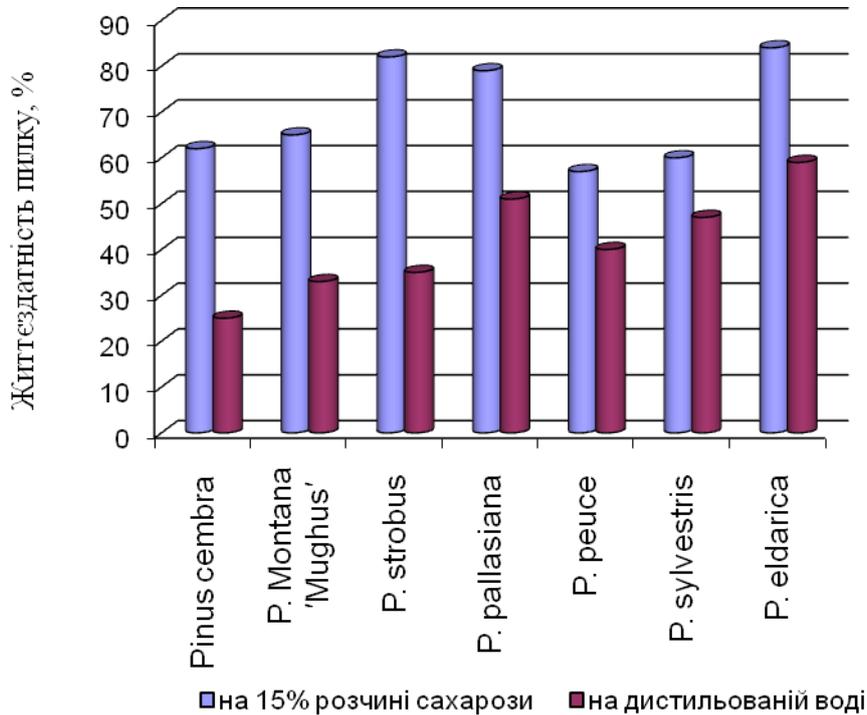


**Рис. 1. Аномалії у будові пилку видів роду *Pinus*:**  
***а* – пилкове зерно з трьома повітряними мішками; *б* – деформація повітряного мішка; *в* – комірцева форма пилкового зерна; *г, е* – порушення у формуванні оболонки; *д* – гіпертрофоване пилкове зерно; *ж, з* – лінзовидне пилкове зерно; *л* – дрібне пилкове зерно.**

Серед аномалій найбільший відсоток складають порушення у формуванні повітряних мішків (рис. 1 б), оболонки яких не заповнювалися повітрям чи заповнювалися частково, через що втрачали парусність. Їх асиметричне розташування (рис 1 а, в) також призводить до зменшення льотних властивостей пилку. Таким чином, порушення у формуванні оболонки призводить до деформації тіла пилкового зерна і свідчить про порушення у процесі мікроспорогенезу, що призводить до зниження життєздатності пилку.

Відомо, що життєздатність та енергія проростання пилку є важливими характеристиками результативності розвитку чоловічої репродуктивної сфери голонасінних, які мають досить тривалий репродуктивний цикл. Під життєздатністю розуміється здатність пилку до росту на відповідних тканинах насінневого зачатку чи штучних живильних середовищах. Різниця у показниках життєздатності пилку при пророщуванні на контрастних середовищах в тій чи іншій мірі характеризує її толерантність та відображає життєвий потенціал інтродукованих видів.

При пророщуванні пилку на розчині сахарози та на дистильованій воді вже протягом першої доби у всіх видів дослідних рослин спостерігалось набрякання пилкових зерен, а ознаки проростання з'явилися вже на другу добу. Всього дослід тривав шість днів, після чого фіксували показники життєздатності пилку (рис. 2).



**Рис. 2. Життєздатність пилку сосен в умовах дендропарку «Асканія-Нова»**

У *P. eldarica* та *P. strobus* відмічено найбільші показники енергії проростання та життєздатності при пророщуванні на розчині сахарози – 84,7% проти 82,3% у контролі. Найнижчі показники мали *P. peuce* та *P. sylvestris* (57,3% та 60,1% відповідно). Але в умовах, коли реалізація чоловічого гаметофіту в більшій мірі залежить від його внутрішніх можливостей, тобто при пророщуванні на дистильованій воді, найбільші показники життєздатності фіксували у *P. pallasiana* та *P. eldarica* (51,5% та 59,2% відповідно).

### Висновки

При вивченні генеративної сфери дослідних видів встановлено, що незалежно від урожайності шишок, всі види сосен в умовах дендропарку «Асканія-Нова» утворюють насіння різної якості. Різниця у кількості фертильних насінневих зачатків та тих, які реалізувалися вказує на порушення у ході ембріогенезу, що свідчить про різний рівень адаптації інтродуцентів до нових умов зростання.

Встановлено, що природно-кліматичні умови регіону сприяють утворенню життєздатного пилку, про що свідчить відносна стабільність його морфометричних показників та низький відсоток виявлених аномалій у будові. Таким чином якість пилку не є лімітуючою в розвитку генеративної сфери.

Подальше вивчення урожайності інтродуцентів та якості насіння дозволять зробити висновки щодо періодичності плодоношення та впливу метеорологічних факторів на процеси формування насіння видів роду *Pinus*.

### Список літератури

1. Маджула О. С. Репродуктивные характеристики интродуцированных видов рода *Pinus* L. в прививочном пинетуме Левобережной Лесостепи Украины / О. С. Маджула, Н. Г. Соломаха // Интродукция нетрадиционных и редких растений: VIII Международная научно-методическая конференция (Мичуринск-наукоград РФ, 8–12 июня 2008 года). – Т. 1: Плодовые, ягодные, редкие и нетрадиционные садовые культуры. – Воронеж : Кварт. – 2008. – № 1. – С. 18–21.
2. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
3. Некрасов В. И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции / В. И. Некрасов. – М. : Наука, 1973. – 280 с.
4. Некрасова Т. П. Развитие исследований по биологии плодоношения хвойных древесных пород в СССР / Т. П. Некрасова // Плодоношение хвойных пород в Сибири. – Новосибирск : Наука, 1982. – С. 4–25.
5. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
6. Поляков А. К. Хвойные на юго-востоке Украины / А. К. Поляков, Е. П. Сулова. – Донецк : Норд-Пресс, 2004. – 197 с.
7. Коршиков И. И. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции (на примере сосны крымской) / И. И. Коршиков, Н. С. Терлыга, С. А. Бычков. – Донецк : ООО "Лебедь". – 2002. – 328 с.
8. Третьякова И. Н. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И. Н. Третьякова, Н. Е. Носкова // Экология. – 2004. – № 1. – С. 1–8.

*Статья поступила в редакцию 21.03.2013 г.*

Yu.S. LITVINENKO

The State Dendrological Park "Askania Nova" named after F.E. Faltz-Fein NAAS, Askania Nova, Ukraine

### **EVALUATION OF SOME *PINUS* L. SPECIES REPRODUCTIVE POTENTIAL IN THE SOUTH OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE ACCORDING TO SEED PRODUCTIVITY AND POLLEN QUALITY**

Under the studying of *Pinus* L. species generative sphere it has been determined that the compliance of nature climate conditions in the introduction region is favourable for development of viable pollen and unfavourable for full value seeds formation. This fact is the evidence of the disturbance during embryogenesis.

Ю.С. ЛИТВИНЕНКО

Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН, смт Асканія-Нова, Україна

### **ОЦІНКА РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИДІВ РОДУ *PINUS* L. НА ПІВДНІ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПИЛКУ**

При вивченні генеративної сфери встановлено відповідність природно-кліматичних умов інтродукції для розвитку життєздатного пилку та несприятливість їх для утворення повноцінного насіння, що свідчить про порушення в ході ембріогенезу

Ю.С. ЛИТВИНЕНКО

Біосферний заповідник «Асканія-Нова» имени Ф.Е. Фальц-Фейна НААН, пгт Аскания-Нова, Украина

## ОЦЕНКА РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВИДОВ РОДА *PINUS* L. НА ЮГЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ

При изучении генеративной сферы установлено, что природно-климатические условия интродукции соответствуют для развития жизнеспособной пыльцы и являются неблагоприятными для образования полноценных семян, что свидетельствует о нарушениях в ходе эмбриогенеза.

### АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

#### УДК 581.4

О.А. МИХАЙЛОВА, Э.Г. БИРЮЛЕВА, кандидат биологических наук  
Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского,  
г. Симферополь

## ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ НЕКОТОРЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РОДА *CRAMBE* L.

*В ходе настоящего исследования было изучено анатомическое строение листа и корня четырех охраняемых видов рода Crambe L. флоры Крыма. Выявлены черты их отличия и сходства, наличие ксероморфных и мезоморфных признаков, а также уточнена правомерность отнесения растений этих видов, выращиваемых в условиях Ботанического сада Таврического национального университета имени В.И. Вернадского, к экологической группе ксеромезофитов.*

**Ключевые слова:** анатомия, лист, корень, *Crambe* L., Красная Книга Украины.

### Введение

Сохранение биоразнообразия и изучение редких видов стало одним из приоритетных направлений в современной ботанике. Безусловно, первостепенной является защита растений в пределах их естественного ареала, но в силу ряда причин эта задача не всегда выполнима. Поэтому, наряду с гербариями и семенными банками, залогом сохранения генофонда редких и исчезающих видов должно служить их культивирование в ботанических садах. Согласно Глобальной стратегии сохранения растений [5], в регионе 75% видов, находящихся под угрозой исчезновения, должны быть представлены в коллекциях ботанических садов и дендропарков. Интродукция растений и освоение их в культуре связано с целым рядом проблем. Одна из главных – адаптация растений к новым условиям. Для изучения адаптивных возможностей растения необходимо учитывать множество факторов, в том числе устойчивость к засухе и длительной инсоляции, которая проявляется в анатомических особенностях строения.

В последней редакции Красной книги Украины (далее ККУ) не все виды имеют подробную характеристику [4]. Среди них восемь видов рода *Crambe* L. (сем. Brassicaceae). Особенно актуальным является наблюдение за узколокальными эндемиками, к которым, согласно ККУ, относится *Cr. koktebelica* (Junge) N. Busch, произрастающий в Карадагском природном заповеднике и в Коктебельской долине. Однако последние исследования опровергают эндемичность данного вида [2]. Кроме

того, *Cr. koktebelica* занесен в дополнение к Бернской конвенции, а *Cr. mitridatis* Juz. – в Европейский Красный Список.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы является определение адаптивных возможностей видов рода *Crambe*. Настоящее исследование посвящено выявлению анатомических особенностей четырех видов, культивируемых в Ботаническом саду Таврического национального университета имени В.И. Вернадского (ТНУ): *Cr. tataria* Sebeok., *Cr. maritima* L., *Cr. koktebelica*, *Cr. mitridatis*.

### Объекты и методы исследования

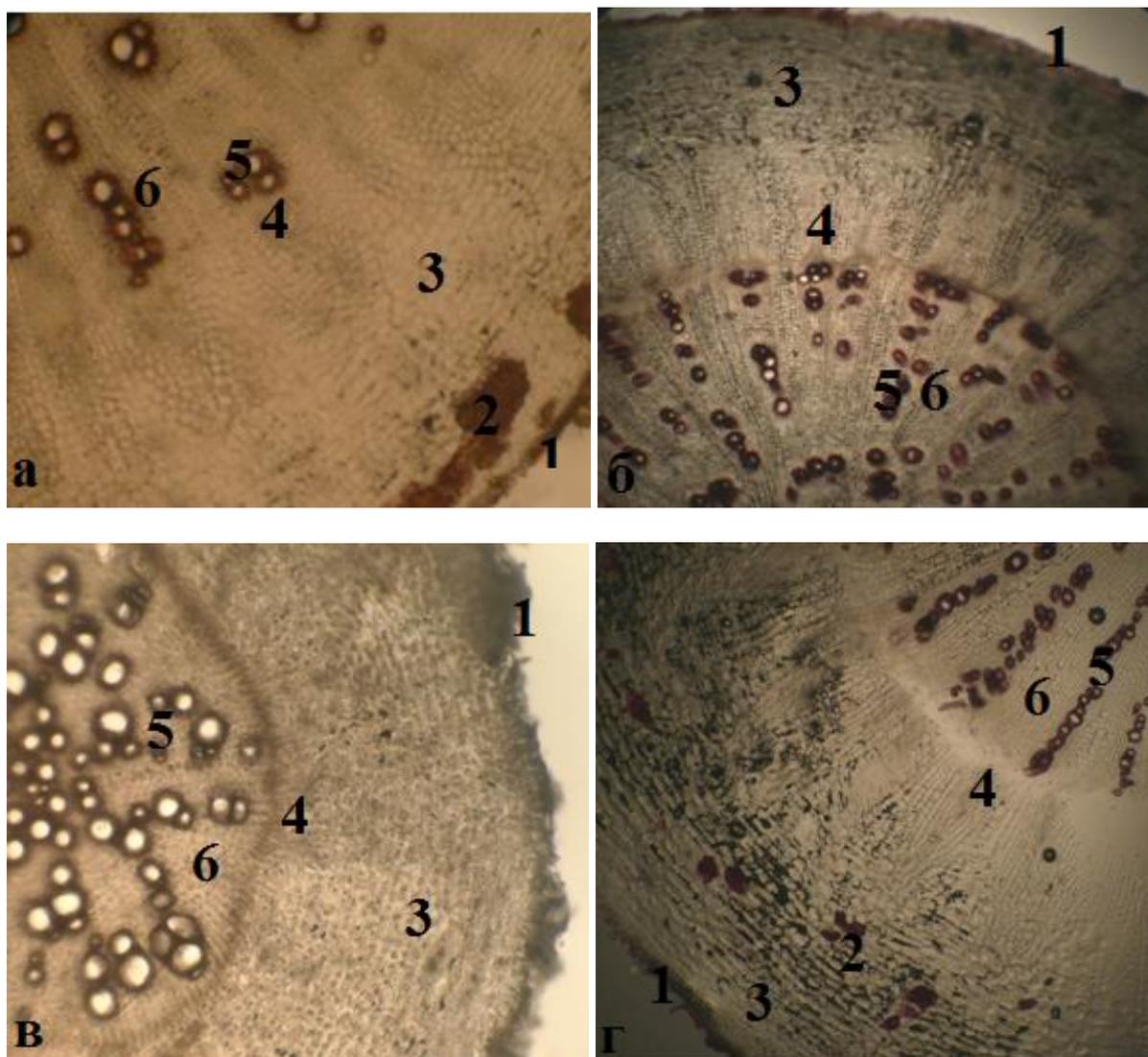
Срезы обрабатывались по общепринятым методикам [3]. Материалом для проведения анатомических исследований мы избрали двулетние прегенеративные особи четырех охраняемых видов растений: *Cr. tataria*, *Cr. maritima*, *Cr. koktebelica*, *Cr. mitridatis*, посеянные в Ботанический сад ТНУ в 2010 году, в условия Предгорного Крыма. Изучалось анатомическое строение типичных вегетативных органов – листа и корня.

### Результаты и обсуждение

Исследуемые виды являются летнезелеными полурозеточными растениями, *Cr. mitridatis*, *Cr. koktebelica* с поздневесенним, раннелетним ритмом цветения, а *Cr. tataria* и *Cr. maritima* со средне- и поздневесенним. Все виды, кроме последнего, являются монокарпиками [1]. *Cr. tataria* – степной вид, имеет наиболее обширный ареал, *Cr. maritima* занимает прибрежные пески и галечники с резкой сменой увлажнения на побережье Черного и Азовского морей, *Cr. mitridatis* и *Cr. koktebelica* тяготеют к приморским известняковым скалам, обрывам и осыпям.

Морфологический анализ корневых систем позволяет отметить у изученных видов наличие следов контрактильности, которая проявляется в его базальной части. Сокращение корней у представителей рода *Crambe* можно считать адаптивным признаком, позволяющим этим растениям втягивать почки возобновления в почву под влиянием неблагоприятных условий. Внешнему проявлению сокращения корней способствует образование крупной розетки листьев, характеризующихся коротким пластохроном, и высокими темпами органогенеза. Кроме того, следует отметить прочное закрепление в почве вертикально расположенного главного корня. Это позволяет ему при сокращении увлекать за собой базальную часть стебля с находящимися на нем почками возобновления.

В результате анатомических исследований выявлено, что корень *Cr. tataria* снаружи покрыт ризодермой, аналогичной перидерме. Феллема сложена из 4-5 рядов клеток, наружные слои свободно отслаиваются. За покровной тканью находится первичная кора, состоящая из тонкостенных паренхимных клеток, вытянутых в тангентальном направлении и довольно плотно прилегающих друг к другу. По периферии первичной коры расположены участки первичной склеренхимы, представленной группами брахисклерейд, стенки которых слабо лигнифицированы. За первичной корой лежит вторичная флоэма, сложенная в основном паренхимой. За флоэмой находится кольцо камбия, который внутрь от себя дает ксилему. Она образована небольшим количеством сосудов. Между ними расположена развитая обильная паренхима, которая выполняет запасающую функцию. Клетки ее лежат между сосудами и образуют радиальные лучи. Либриформ в ксилеме отсутствует. В центре корня диархная первичная ксилема (Рис. 1, а).



**Рис. 1. Анатомический срез корня (увеличение 10x10)**

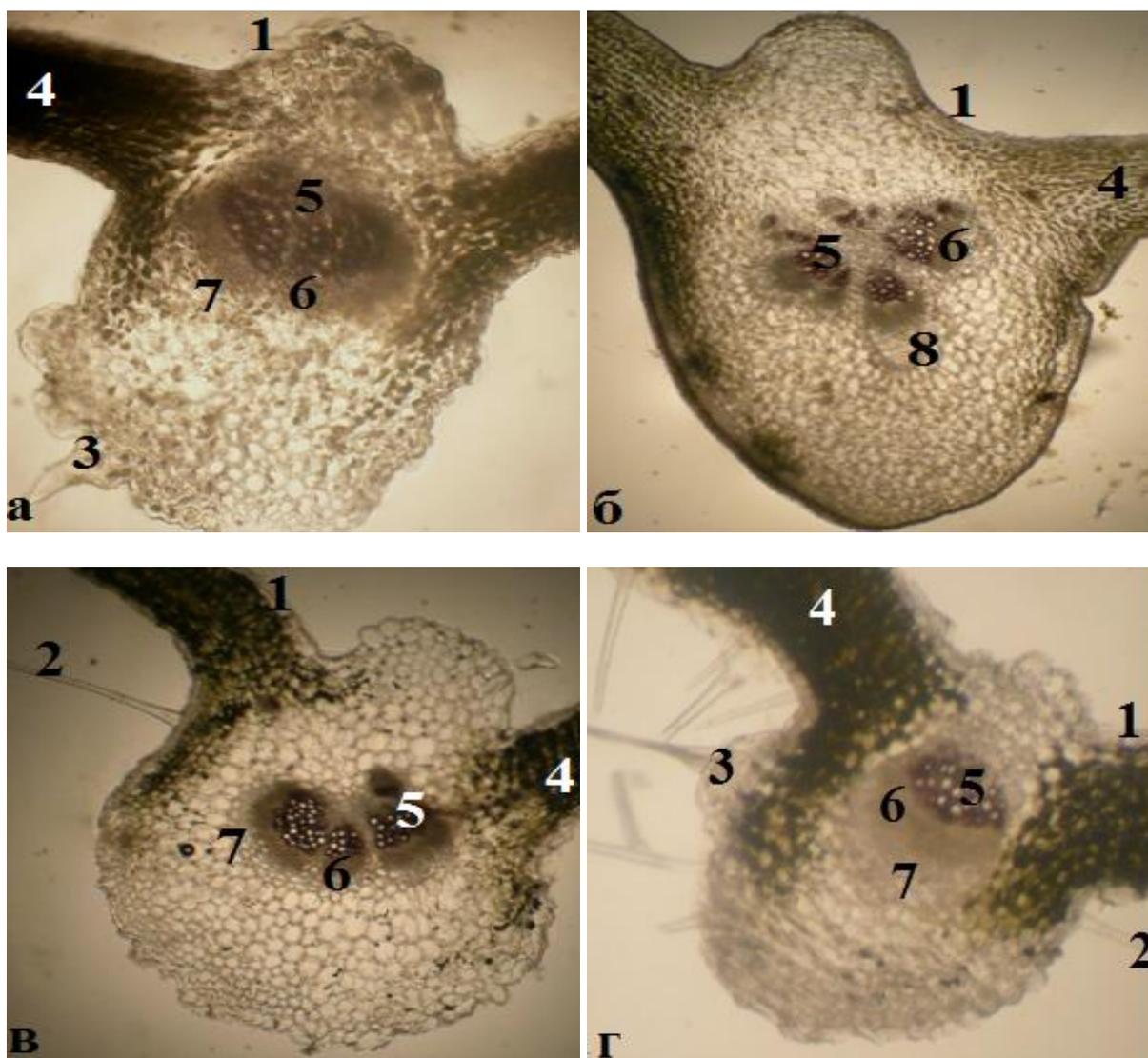
*a - Cr. tataria, б - Cr. maritima, в - Cr. koktebelica, г - Cr. mitridatis*

1 – перидерма; 2 – брахисклереиды; 3 – первичная кора; 4 – флоэма; 5 – ксилема;  
6 – радиальные паренхимные лучи.

Корень *Cr. maritima* отличается более тонкой первичной корой, отсутствием в ней брахисклереид, широкими зонами радиальных лучей в центральном цилиндре и довольно узкопросветными сосудами с одревесневшими стенками (Рис. 1, б). У *Cr. koktebelica* формируется более мощная перидерма и первичная кора, чем у описанных видов. В центральном цилиндре меньше выражены паренхимные лучи, сосуды ксилемы более широкопросветные (Рис. 1, в). Корень *Cr. mitridatis* с хорошо развитой перидермой, как и у *Cr. tataria*, имеет одревесневшие брахисклереиды в первичной коре, однако они располагаются одиночно (Рис. 1, г). Соотношение толщины вторичной флоэмы к ксилеме 1:1. Сходство с анатомическим строением корня *Cr. maritima* заключается в наличии хорошо выраженных радиальных паренхимных лучей.

Установленные особенности анатомического строения корней видов рода *Crambe* (хорошо развитая лубяная паренхима, радиальные лучи и паренхима ксилемы) не препятствуют сократительной деятельности корня. Наоборот, обилие мягких, неодревесневших паренхимных тканей, отсутствие механических элементов и крупноклетчатость – необходимые условия для лучшего проявления контрактильности.

Лист всех изучаемых видов – типичный дорзовентральный, гипостоматический. У *Cr. tataria* снаружи покрыт эпидермой, с адаксиальной стороны образованной тангентально вытянутыми клетками. Наружные и внутренние их стенки значительно утолщены. Клетки абаксиальной эпидермы сохраняют такое же строение, только размеры их могут быть меньше. На ней располагаются простые трихомы, в основном сосредоточенные по жилкам. Крупные трихомы образуются в области главной жилки на базальных многоклеточных выступах. Мезофилл слабо дифференцирован. Палисадная ткань представлена тремя слоями клеток, слабо вытянутых перпендикулярно поверхности. Губчатая ткань также образована тремя слоями изодиаметрических, плотно прилегающих друг к другу клеток с небольшими межклетниками. Жилка – закрытый коллатеральный пучок. Есть паренхимная обкладка. С нижней стороны располагаются 1-2 слоя уголкового колленхима, которая может быть и над жилкой (Рис. 2, а).



**Рис. 2. Анатомический срез листа (увеличение 10x10)**

*а* – *Cr. tataria*, *б* – *Cr. maritima*, *в* – *Cr. koktebelica*, *г* – *Cr. mitridatis*  
 1 – эпидерма; 2 – трихом; 3 – трихом с многоклеточным основанием;  
 4 – мезофилл; 5 – ксилема; 6 – флоэма; 7 – уголковая колленхима;  
 8 – паренхимная обкладка.

Лист *Cr. maritima* без опушения, заметно толще, снаружи покрыт кутикулой, мезофилл представлен десятью слоями клеток, тогда как лист *Cr. koktebelica* тоньше, опушен, кутикула развита слабо, количество волосков увеличивается на жилках. Над главной жилкой находится неодревесневшая механическая ткань, с нижней стороны пучок армирован хорошо выраженной уголковою колленхимой, расположенной в 3-4 ряда (Рис. 2, в). Строение листа *Cr. mitridatis* сходно с *Cr. koktebelica*, однако отличается наличием уголковою колленхимы над жилкой, представленной тремя слоями клеток, под жилкой слоев может быть меньше (Рис. 2, г). У всех растений лист верхней части розетки имеет более четко дифференцированный мезофилл с хорошо выраженной палисадой. Соотношение толщины палисадной ткани к губчатой 1:3, а у *Cr. maritima* может быть 1:4.

### Выводы

1. Многослойность паренхимы ксилемы и флоэмы, хорошо развитая первичная кора дают возможность корню видов рода *Crambe* выполнять запасную функцию. Обилие паренхимы в совокупности со слабой дифференциацией механических тканей или полным их отсутствием, характерное для высокоспециализированных контрактильных корней, позволяет втягивать почки возобновления ниже уровня почвы и таким образом защищать их от неблагоприятных условий.

2. В строении листа четырех изучаемых видов выявлены черты ксероморфности: наличие кутикулы, опушение, утолщение наружных стенок эпидермы, малый объем межклетников, наличие механической обкладки пучка (последнее кроме *Cr. maritima*). Листья, развивающиеся на ярком свете, имеют более высокую степень ксероморфизма. Наиболее выражены эти черты у двух видов: *Cr. koktebelica* и *Cr. mitridatis*. Наряду с этим, выявлены черты строения, характерные для мезофитов: преобладание губчатой ткани над палисадной, слабое развитие механической ткани. Все эти данные позволяют отнести выращиваемые в Ботаническом саду ТНУ виды к группе ксеромезофитов.

### Список литературы

1. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма (2-е изд.)/В. Н. Голубев. – Ялта: ГНБС, 1996. – 126 с.
2. Ена А. А. Природная флора Крымского полуострова: монография / А. А.Ена. – Симферополь: Н. Ореанда, 2012. – 232 с.
3. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М.: Высшая школа, 1960. – 208 с.
4. Червона книга України. Рослинний світ / під ред. Я. П. Дідуха. – К.: Вид. «Глобалконсалтинг», 2009. – 912 с.
5. The Global Strategy for Plant Conservation: 2011 – 2020 / Convention on Biological Diversity, 2012 / Botanic Gardens Conversation International. – Richmond, UK, september 2012. – 40 p.

Статья поступила в редакцию 16.05.2013 г.

O.A. MYKHAILOVA, E.G. BIRULOVA, *Ph.D. in Biology*  
Taurida National V.I.Vernadsky University, Simferopol, Ukraine

### **FEATURES OF ANATOMICAL STRUCTURE OF THE VEGETATIVE ORGANS OF SOME PROTECTED SPECIES FROM GENUS *CRAMBE* L.**

During the study anatomical structure of leafs and roots in four protected species from genus *Crambe* L. of Crimean flora has been examined. According to leaf anatomy the plants were classified as xeromesophytes. Anatomical structure of the contractile roots has demonstrated their high specialization.

O.A. МИХАЙЛОВА, Э.Г. БИРЮЛОВА, *кандидат біологічних наук*  
Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, м. Сімферополь, Україна

### **ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ДЕЯКИХ ОХОРОНЮВАННИХ ВИДІВ РОДУ *CRAMBE* L.**

У ході дослідження було вивчено анатомічну будову листка і кореня чотирьох охоронюваних видів роду *Crambe* L. флори Криму. За анатомічними особливостями листка рослини віднесені до групи ксеромезофітів. Анатомічна будова кореня продемонструвала його високу спеціалізацію як запасуючого та контрактильного.

O.A. МИХАЙЛОВА, Э.Г. БИРЮЛЕВА, *кандидат биологических наук*  
Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Украина

### **ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ НЕКОТОРЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РОДА *CRAMBE* L.**

В ходе исследования было изучено анатомическое строение листа и корня четырех охраняемых видов рода *Crambe* L. флоры Крыма. По анатомическим особенностям листа растения отнесены к группе ксеромезофитов. Анатомическое строение корня продемонстрировало его высокую специализацию как запасующего и контрактильного.

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

«Бюлетень ДНБС» («Бюллетень ГНБС») (свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации КВ № 3465 от 09.09.1998 г. выдано Министерством информации Украины) внесен в перечень специальных изданий по биологическим наукам постановлением Президиума Высшей аттестационной комиссии Украины № 1-05/3 от 14.04.2010 г. («Бюллетень ВАК», № 5 за 2010 г., с. 4) издается Никитским ботаническим садом – Национальным научным центром (НБС – ННЦ).

### ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Тематика статей: ботаника, охрана природы и заповедное дело, интродукция растений, дендрология, цветоводство, ландшафтный дизайн, биотехнология, биохимия, физиология и репродуктивная биология растений, агроэкология, энтомология и фитопатология, плодоводство и другие отрасли растениеводства, фитореабилитация человека и животных, научный маркетинг, методика исследований.

Принимаются статьи на украинском, русском и английском языках, на оптическом носителе и по электронной почте, набранные на компьютере (Word, шрифт Times New Roman, 14 pt., межстрочный интервал – 1; текст без переносов, выравнивание по ширине; размер всех полей 2,5 см; страницы не нумеруются) и распечатанные на бумаге формата А4 (Word, шрифт Times New Roman, 14 pt., межстрочный интервал – 1,5; текст без переносов, выравнивание по ширине; размер всех полей 2,5 см; страницы не нумеруются, 1 экз.). Объем рукописи, включая таблицы, рисунки, аннотацию, ключевые слова, резюме и список литературы, не должен превышать 8 страниц.

Статья должна иметь следующие элементы: постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и/или практическими задачами; анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор; выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается эта статья; формулирование целей статьи (постановка задачи); изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы из данного исследования.

Статья в редакцию подается согласно требованиям ДСТУ 7152:2010 Видання. Оформлення публікацій у журналах і збірниках, ДСТУ ГОСТ 7.80-2007. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Заголовок. Загальні вимоги та правила складання, ДСТУ ГОСТ 7.9:2009 (ИСО 214–76), (ГОСТ 7.9–95 (ИСО 214–76), ИДТ) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования, ДСТУ ГОСТ 7.1–2006 Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання. Порядок изложения материала следующий: УДК, Ф.И.О. автора(ов) прописными буквами, ученая степень строчными буквами, курсивом; название учреждения, город и страна (если статья не из Украины) строчными буквами; название статьи жирными прописными буквами; аннотация на языке оригинала статьи не больше 500 печатных знаков курсивом; 5-7 ключевых слов курсивом (по тексту при первом упоминании выделяются автором жирными прописными буквами); текст статьи (разделы «Введение», «Объекты и методы исследований», «Результаты и обсуждение», «Выводы», «Список литературы» – в алфавитном порядке). Названия разделов – по центру строчными жирными. **Таблицы:** слово «Таблица» с ее номером – справа, название таблицы – ниже по центру строчными жирными буквами, текст и цифры в таблице – строчными обычными буквами. Расположение таблицы должно быть на одной странице, в случае большого объема таблицы на следующей странице отмечается ее продолжение. **Рисунки:** подписи к рисункам – под рисунком по центру

строчными жирными буквами. Рисунки, графики и диаграммы должны быть вставлены в текст с подписью по центру строчными жирными буквами и поданы отдельно в формате JPEG. В тексте статьи ссылки на литературу обозначаются цифрой в квадратных скобках. Резюме объемом не больше 500 печатных знаков подается на английском, русском и украинском языках.

Названия видов растений и животных даются в соответствии с действующими международными кодексами биологической номенклатуры на латинском языке (курсивом) с указанием автора (обычным шрифтом), например: *Quercus pubescens* Willd. При последующем упоминании этого же таксона его родовое название пишется сокращенно, а фамилия автора не приводится (*Q. pubescens*). Названия сортов растений в соответствии с «Международным кодексом номенклатуры культурных растений» заключаются в одинарные кавычки, если перед этим названием нет слова «сорт». Для всех слов в названии сорта употребляются прописные начальные буквы (примеры: персик 'Золотой Юбилей', сорт персика Золотой Юбилей).

Статья должна быть подписана автором(ами) на последней странице. Отдельно подается информация об авторе(ах) статьи с указанием места работы, должности, ученой степени, адреса учреждения, контактной информацией для обратной связи (телефон и e-mail первого или ответственного автора). К тексту статьи прилагается направление от учреждения, где выполнялась работа, рецензия, для иногородних – конверт с маркой. Статьи аспирантов и соискателей сопровождаются отзывом научного руководителя.

Редакция оставляет за собой право редактировать текст статьи, согласовывая отредактированный вариант с автором, а также отклонять не соответствующие требованиям и неправильно оформленные рукописи.

#### **Рукописи статей отправлять по адресу:**

Редакция научных изданий  
Никитского ботанического сада – Национального научного центра,  
пгт Никита, г. Ялта, АР Крым, 98648, Украина

**Телефон: (0654) 33-56-16**

**E-mail: [redaknbg@yandex.ua](mailto:redaknbg@yandex.ua)**

#### **ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

**УДК 630\*27:58.035**

Т.С. СЕДЕЛЬНИКОВА, доктор биологических наук; А.В. ПИМЕНОВ, кандидат биологических наук

Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Россия

#### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХРОМОСОМНЫХ ЧИСЕЛ ХВОЙНЫХ ПРИ ИХ ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ**

**АННОТАЦИЯ** (на языке публикации курсивом)

**Ключевые слова:** хромосомы, хромосомные числа, хвойные растения, интродукция, селекция.

Текст статьи

### Список литературы

1. Геоботаника. История и современные тенденции развития / [сост. Трасс Х.Х.] – Л.: Наука, 1976. – 252 с.
2. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма (2-е изд.) / В.Н. Голубев. – Ялта: ГНБС, 1996. – 126 с.
3. Голубев В.Н. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма / Голубев В.Н., Корженевский В.В. – Ялта: ГНБС, 1985. – 38 с.

### *РЕЗЮМЕ (подається на англійському, руському і українському мові)*

Т.С. СЕДЕЛЬНИКОВА, доктор біологічних наук; А.В. ПИМЕНОВ, кандидат біологічних наук

Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Россия

### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХРОМОСОМНЫХ ЧИСЕЛ ХВОЙНЫХ ПРИ ИХ ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ**

Текст резюме